



Rute Elisa Sança Pinto

Licenciada em Engenharia Química e Bioquímica

Controlo Estatístico de Processo e Optimização de Linhas de Enchimento através de Indicadores de Desempenho

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Química e Bioquímica

Orientador: Engenheiro Artur José Farinha Rendeiro, Chefe
do Departamento de Produção & Manutenção da Empresa
Tintas Robbialac, S.A.

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Mário Fernando José Eusébio
Arguente: Eng^a Lina Isabel Trindade Barão
Vogal: Eng^o Artur José Farinha Rendeiro



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março 2015

Rute Elisa Sança Pinto

Licenciada em Engenharia Química e Bioquímica

**Controlo Estatístico de Processo e
Optimização de Linhas de Enchimento
através de Indicadores de Desempenho**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Química e Bioquímica

Orientador: Engenheiro Artur José Farinha Rendeiro, Chefe
do Departamento de Produção & Manutenção da Empresa
Tintas Robbialac, S.A.

Controlo Estatístico de Processo e Optimização de Linhas de Enchimento através de Indicadores de Desempenho

Copyright

“A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor”.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à empresa Tintas Robbialac S.A., em especial ao Engenheiro Luís Coelho, Director da Área Operacional da empresa, por me ter proporcionado a realização deste estágio.

Ao Engenheiro Artur Rendeiro, Chefe do Departamento de Manutenção e Produção, pela disponibilidade, por todo o apoio, simpatia e boa disposição, e, em especial, pelos ensinamentos e conversas proporcionadas ao longo do estágio.

À Professora Doutora Ana Ramos por ter tornado possível a realização deste estágio e pelas orientações e apoio prestado ao longo do mesmo.

À Engenheira Lina Barão, Chefe de Serviço e Controlo de Qualidade e Engenharia do Processo, em especial, pela preocupação e orientação prestada e por todo o apoio e simpatia.

Ao Senhor José Corgo, pela ajuda e conversas proporcionadas e, em especial o bom humor, a simpatia e a companhia.

À Margarida, pelas conversas proporcionadas, boa disposição, integração e disponibilidade.

Aos colaboradores da zona de enchimento, João Tremoço, João Paulo Rodrigues, João Malhadinhas, Marco Rebelo, Adélia Rebocho e João Rebocho pela atenção, ajuda, companhia, boa disposição e disponibilidade prestada.

Ao Senhor Varela, Senhor Mateus, Nuno Carrapiço, Jorge, José António Caratão pela simpatia e boa disposição.

A todos os que eu não mencionei mas que me proporcionaram uma boa experiência num primeiro contacto com a indústria e tornaram a minha estadia na empresa o mais agradável possível.

A todos os meus amigos e colegas de curso, pelos momentos proporcionados e por me ajudarem a ultrapassar todas as dificuldades. Em especial, ao Fábio, Elza, Djamila, Rita, Sabrina, Alix e Effy pela boa disposição, por me incentivarem sempre a ultrapassar as expectativas e por terem tornado a minha experiência académica tão especial e única. Ao Tiago, por nunca desistir de mim, por todo o apoio que me deu e por todo o amor e carinho.

Por fim, quero agradecer à minha família, em especial aos meus pais, por me incentivarem e por todo o apoio, especialmente financeiro, durante o meu percurso académico.

RESUMO

A presente dissertação para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Química e Bioquímica, foi realizada no âmbito de um estágio na Unidade Fabril 1, mais concretamente na Zona de Enchimento 1 da empresa Tintas Robbialac S.A., no período entre 1 de Setembro de 2014 e 30 de Janeiro de 2015.

Face à competição global e às crescentes exigências por parte de accionistas, qualquer instalação fabril tem como objectivo tornar-se eficiente ao mesmo tempo que consegue produtos a baixo custo e de boa qualidade. Na prática, é difícil concretizar estes objectivos uma vez que qualquer instalação fabril tem perdas que, por vezes, podem ser evitadas.

A tendência geral para as empresas é, então, focar o seu interesse na optimização do seu processo, usando os equipamentos de forma eficaz através da manutenção dos mesmos. Salienta-se a importância da função da manutenção como algo vital para que uma instalação fabril sobreviva às condições cada vez mais exigentes do mercado.

No sentido de responder a estas exigências criaram-se ferramentas de apoio ao processo, as quais permitem inferir a eficácia e qualidade do mesmo. O controlo estatístico de processos (CEP) permite a inspecção do sistema, através de amostragens e construção de cartas de controlo, com o objectivo de identificar causas não naturais ao processo e que prejudicam a qualidade do produto final. Para melhorar a eficácia de um processo, recorre-se muito frequentemente a indicadores de desempenho, neste caso concreto ao OEE, para averiguar as perdas e a sua influência.

De modo a optimizar a produtividade, a empresa Tintas Robbialac S.A. decidiu instalar um novo *software* que permite a visualização de cartas de controlo e de indicadores de desempenho em tempo real. Por forma a ser possível utilizar o *software* é necessária a validação de dados que serão depois neste inseridos.

O trabalho realizado apresenta todos os procedimentos seguidos para a validação desses dados, incluindo a construção de cartas de controlo e o cálculo do OEE diário por máquina. Os resultados obtidos permitiram descobrir as falhas do processo, reduzindo-as para aumentar a produtividade do mesmo.

Palavras-chave: Controlo Estatístico de Processo, OEE, Produtividade, Optimização, Disponibilidade, Desempenho, Qualidade.

ABSTRACT

This thesis was executed to obtain the Master degree in Chemical and Biochemical Engineering while doing an internship at Filling Zone 1 of Production Unit 1 of Tintas Robbialac S.A. from September 1st 2014 to January 30th 2015.

Due to the global competition and increasing demands by shareholders, any plant aims to become efficient while having low cost and high quality products. In reality, it's not that straightforward to overcome these goals once any plant's process has inherent losses.

It's common amongst companies to focus on optimizing their process, using its equipment effectively. Maintenance of a plant's equipment, then, becomes the key for every factory to surpass the increasingly demands of the global market.

In order to answer these demands, support tools were created, which allow evaluating the efficiency and quality of a process. Statistical Process Control enables the system's supervision, through samples and control charts, which aim to identify the unnatural causes of a process, that jeopardize the quality of the final product. To improve a process' efficiency, OEE is also commonly used to explore the inherent losses and their influence.

Tintas Robbialac S.A. decided to install new software, to optimize its process efficiency, which allows to analyze real time control charts and performance indicators' daily values. For this, it is important to collect several data so it can be authenticated in the software.

This present work presents and sums all the proceedings done to validate the necessary data, including control charts and daily calculation of OEE per machine. Through the obtained results, several processes' flaws were identified and corrected.

Keywords: Statistical Process Control, OEE, Productivity, Optimization, Availability, Performance, Quality.

ÍNDICE DE MATÉRIAS

AGRADECIMENTOS.....	VII
RESUMO.....	IX
ABSTRACT.....	XI
ÍNDICE DE MATÉRIAS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE DE TABELAS	XV
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XVII
1. ENQUADRAMENTO E OBJECTIVOS DE TRABALHO.....	- 1 -
2. INTRODUÇÃO.....	- 3 -
2.1. TINTAS	- 3 -
2.1.1. <i>Definição</i>	- 3 -
2.1.2. <i>História e Evolução</i>	- 3 -
2.2. MERCADO	- 4 -
2.2.1 <i>Mundial</i>	- 4 -
2.2.2. <i>Portugal</i>	- 6 -
2.3. COMPONENTES DAS TINTAS	- 9 -
2.4. CLASSIFICAÇÃO DAS TINTAS.....	- 12 -
2.5. PROCESSO DE FABRICO.....	- 13 -
2.6. A INDÚSTRIA DAS TINTAS E O AMBIENTE.....	- 15 -
2.7. TINTAS ROBBIALAC, S.A.	- 16 -
2.7.1. <i>Unidades de Produção</i>	- 16 -
2.8. CONTROLO ESTATÍSTICO DE PROCESSOS (CEP).....	- 19 -
2.8.1. <i>Conceitos Estatísticos</i>	- 19 -
2.8.2. <i>Normas</i>	- 20 -
2.8.3. <i>CEP</i>	- 21 -
2.9. INDICADORES DE DESEMPENHO (OEE)	- 27 -
2.9.1. <i>Contexto</i>	- 27 -
2.9.2. <i>Sistema Toyota de Produção</i>	- 27 -
2.9.3. <i>TPM e as Seis Grandes Perdas</i>	- 28 -
2.9.4. <i>OEE</i>	- 29 -
3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	- 35 -
3.1. CONTROLO ESTATÍSTICO DE PROCESSOS.....	- 35 -
3.2. INDICADORES DE DESEMPENHO – OEE.....	- 46 -
3.2.1 <i>Análise Diária</i>	- 49 -
3.2.2. <i>Velocidades Teóricas Óptimas</i>	- 50 -
3.2.3. <i>Análise das Paragens Não Planeadas</i>	- 53 -
3.2.4. <i>Redução de Set-Up</i>	- 62 -
3.2.5. <i>Paletização</i>	- 67 -
4. CONCLUSÕES E SUGESTÕES APRESENTADAS	- 71 -

5. TRABALHO FUTURO	- 75 -
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	- 77 -
7. ANEXOS	- 81 -
7.1. ANEXO A: FOLHAS DE REGISTO DO CONTROLO DE PESAGENS	- 82 -
7.2. ANEXO B: FOLHAS DE REGISTO E CÁLCULO DO OEE	- 83 -
7.3. ANEXO C: GRÁFICOS DE ANÁLISE DIÁRIA	- 85 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição geográfica do mercado de tintas e vernizes [4].	- 4 -
Figura 2 - Aplicações das tintas e vernizes, a nível mundial [4].	- 5 -
Figura 3 - Evolução das importações e exportações em Portugal [6].	- 6 -
Figura 4 – Esquema do processo de fabrico de tintas e vernizes [2].	- 13 -
Figura 5 – Layout da Zona de Enchimento 1 [16].	- 17 -
Figura 6 – Proposta de novo layout da Zona de Enchimento 1 [16].	- 18 -
Figura 7 - Modelo de sistema de gestão ambiental para a ISO14001 [22].	- 21 -
Figura 8 – Exemplo de uma carta de controlo [20].	- 23 -
Figura 9 – Representação das oito regras de identificação de causas especiais [20].	- 24 -
Figura 10 - CEP da máquina de enchimento 2, formato 1 L.	- 35 -
Figura 11 - CEP da máquina de enchimento 2, formato 4 L.	- 36 -
Figura 12 - CEP da máquina de enchimento 2, formato 5 L.	- 36 -
Figura 13 - CEP da máquina de enchimento 2, formato 15 L.	- 37 -
Figura 14 - CEP da máquina de enchimento 3, formato ¾ L.	- 38 -
Figura 15 - CEP da máquina de enchimento 3, formato 1 L.	- 39 -
Figura 16 - CEP da máquina de enchimento 3, formato 4 L.	- 39 -
Figura 17 - CEP da máquina de enchimento 3, formato 5 L.	- 40 -
Figura 18 - CEP da máquina de enchimento 3, formato 15 L.	- 41 -
Figura 19 – CEP da máquina de enchimento 2, formato 1 L.	- 42 -
Figura 20 – CEP da máquina de enchimento 3, formato 1 L.	- 42 -
Figura 21 - CEP da máquina de enchimento 6, formato 0,75 L.	- 43 -
Figura 22 - CEP da máquina de enchimento 6, formato 4 L.	- 44 -
Figura 23 – Tubagens da Zona de Enchimento 1.	- 45 -
Figura 24 – Indicadores dos meses de Setembro, Outubro e Novembro, máquina de enchimento 2....	- 46 -
Figura 25 – Indicadores dos meses de Setembro, Outubro e Novembro, máquina de enchimento 3....	- 47 -
Figura 26 – Indicadores no mês de Janeiro, máquina de enchimento 6.	- 48 -
Figura 27 – OEE diário da máquina de enchimento 2.	- 49 -

Figura 28 – Paragens não Planeadas da máquina de enchimento 2 nos meses de Setembro e Outubro.	- 53 -
Figura 29 – Paragens não Planeadas da máquina de enchimento 3 nos meses de Setembro e Outubro.	- 54 -
Figura 30 – Principais causas da categoria “Outros” na máquina de enchimento 2.	- 58 -
Figura 31 – Principais causas da categoria “Outros” na máquina de enchimento 3.	- 58 -
Figura 32 – Paragens Não Planeadas da máquina de enchimento 6, no mês de Janeiro.	- 60 -
Figura 33 – Principais causas da categoria Outros, máquina de enchimento 6.	- 61 -
Figura 34 – Paragens não Planeadas da máquina de enchimento 2, com redução de set-up.	- 62 -
Figura 35 – Paragens não Planeadas da máquina de enchimento 3, com redução de set-up.	- 64 -
Figura 36 – Ilustração do carro a recolher uma palete cheia.	- 68 -
Figura 37 – Ilustração do carro a encaminhar a palete cheia para a plastificadora.	- 68 -
Figura 38 – Ilustração do carro a deixar uma palete vazia.	- 69 -

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição geográfica do mercado de tintas e vernizes [4].	- 5 -
Tabela 2 – Aplicações das tintas e vernizes, a nível mundial [4].	- 5 -
Tabela 3 – Distribuição geográfica dos diferentes fabricantes de tintas em Portugal [6].	- 6 -
Tabela 4 – Top 5 dos produtos mais vendidos em Portugal, em 2012 [7].	- 7 -
Tabela 5 – Ranking de empresas fabricantes de tintas em Portugal no ano 2012 [8].	- 8 -
Tabela 6 - Tipos de tintas de base aquosa e correspondentes propriedades [11].	- 12 -
Tabela 7 – Possíveis formatos de embalagens para um produto [17].	- 18 -
Tabela 8 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 10.	- 36 -
Tabela 9 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 11.	- 36 -
Tabela 10 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 12.	- 37 -
Tabela 11 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 13.	- 37 -
Tabela 12 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 14.	- 38 -
Tabela 13 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 15.	- 39 -
Tabela 14 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 16.	- 40 -
Tabela 15 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 17.	- 40 -
Tabela 16 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 18.	- 41 -
Tabela 17 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 19.	- 42 -
Tabela 18 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 20.	- 43 -
Tabela 19 – Limites de Controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 21.	- 43 -
Tabela 20 – Limites de Controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 22.	- 44 -
Tabela 21 – Velocidade teórica dos diferentes formatos [17].	- 50 -

Tabela 22 – Velocidades de enchimento para a máquina 1.	- 51 -
Tabela 23 – Velocidades de enchimento para a máquina 2.	- 51 -
Tabela 24 – Velocidades de enchimento para a máquina 3.	- 51 -
Tabela 25 – Velocidades de enchimento da máquina 6.	- 51 -
Tabela 26 – Passos referentes à Operação de Preparação.	- 55 -
Tabela 27 – Passos referentes à Operação de Limpeza.	- 56 -
Tabela 28 – Razão entre Peças Produzidas e Esperadas na Máquina 2.	- 63 -
Tabela 29 – Razão entre Peças Produzidas e Esperadas, na máquina 3.	- 64 -

LISTA DE ABREVIATURAS

CEP – Controlo Estatístico de Processo

COV – Compostos Orgânicos Voláteis

E – Peças Esperadas

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

JIT – *Just-In-Time*

Kg – Quilograma

L – Litro

LC – Limite Central

LIC – Limite Inferior de Controlo

LSC – Limite Superior de Controlo

min - minuto

OEE – Eficácia Global do Equipamento (*Overall Equipment Efficiency*)

OEM – Original Equipment Manufacturer

OFE - Eficácia Global da Fábrica (*Overall Factory Effectiveness*)

OPE - Eficácia Global da Unidade Fabril (*Overall Plant Effectiveness*)

OTE - Eficácia Global do Produto (*Overall Throughput Effectiveness*)

P – Peças Produzidas

PDCA – Planear, Executar, Verificar, Agir (*Plan-Do-Check-Act*)

PEE - Eficácia do Equipamento de Produção (*Production Equipment Effectiveness*)

SST – Segurança e Saúde no Trabalho

TEEP - Eficácia Total do Desempenho do Equipamento (*Total Equipment Effectiveness Performance*)

ton – tonelada

TPM – Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance*)

TPS – Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System*)

TQM – Gestão total da Qualidade (*Total Quality Management*)

UF1 – Unidade Fabril 1

ZE1 – Zona de Enchimento 1

1. ENQUADRAMENTO E OBJECTIVOS DE TRABALHO

Devido às condições cada vez mais exigentes do mercado, muitas empresas tomam como objectivo maximizarem a sua eficácia global, ao mesmo tempo que conseguem produtos a baixo custo e de boa qualidade. Na prática, é difícil concretizar estes objectivos uma vez que qualquer instalação fabril tem perdas que, por vezes, podem ser evitadas.

No sentido de responder a estas exigências criaram-se ferramentas de apoio ao processo, as quais permitem inferir a eficácia e qualidade do mesmo. O controlo estatístico de processos (CEP) permite a inspecção do sistema, através de amostragens e construção de cartas de controlo e tem como objectivo identificar causas não naturais ao processo e que prejudicam a qualidade do produto final. Para melhorar a eficácia de um processo, recorre-se muito frequentemente a indicadores de desempenho como o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) para averiguar as perdas e a sua influência.

Esta dissertação de mestrado está integrada num estágio de cinco meses na empresa Tintas Robbialac, S.A. e tem como objectivos:

- Registo manual de pesagens dos diferentes formatos para efectuar controlo estatístico do processo;
- Recolha manual de dados relativos ao OEE das máquinas de enchimento para validar os dados do *software* ACCEPT.

2. INTRODUÇÃO

2.1. TINTAS

2.1.1. Definição

Segundo a Norma Portuguesa [1], tinta é definida como “uma composição pigmentada líquida, pastosa ou sólida que, quando aplicada em camada fina sobre uma superfície apropriada, no estado em que é fornecida ou após diluição ou dispersão em produtos voláteis, ou fusão é convertível, ao fim de certo tempo, numa película sólida, contínua, corada e opaca”.

2.1.2. História e Evolução

É difícil datar o momento exacto em que as tintas surgiram. A verdade é que uma das primeiras manifestações do Homem foi a arte. Esta surgiu devido à necessidade do Homem expressar os seus pensamentos, emoções e sensações. Deste modo, sem querer, deu início a uma nova descoberta, a tinta, a qual tinha inicialmente apenas um papel estético, recorrendo-se a pigmentos de ocre, hematite, óxido de magnésio e carvão vegetal [2] para efectuar as conhecidas pinturas nas cavernas.

Durante a Idade Média descobre-se uma das aplicações do verniz, uma vez que este era usado na protecção das tintas que revestiam a madeira. Este verniz era obtido fazendo-se dissolver resinas em óleos vegetais, técnica só reconhecida na Europa no século XIII [3].

Em meados do século XVIII, a crescente procura de tintas e vernizes justificou o início da sua comercialização. Posteriormente, a Revolução Industrial e o rápido avanço tecnológico, como o sucesso do automóvel, impulsionaram o desenvolvimento de novos revestimentos e processos de aplicação, fazendo com que as tintas e os vernizes conquistassem o mundo [2,3].

Ao longo do tempo as formulações de tintas tornaram-se cada vez mais complexas, descobrindo-se outras aplicações para as mesmas, tais como, antiderrapantes, isoladoras, condutoras. Estas propriedades adicionais contribuem para a durabilidade dos objectos ajudando a preservar os recursos naturais [2].

2.2. MERCADO

2.2.1 Mundial

Na última década o sector de tintas e vernizes tem vindo a testemunhar uma procura crescente, com um aumento médio anual de 5,4%. A quantidade vendida atinge 41,75 milhões de toneladas, com um valor de 127.300 milhões de dólares até 2013 [4].

O mercado de tintas e vernizes nos Estados Unidos, Europa Ocidental e Japão é maduro, especialmente porque se correlaciona com a economia, nomeadamente no sector da construção e transportes. Estima-se que a procura irá aumentar até 2018 a uma taxa média anual de 2-3% para os Estados Unidos e 1,5-2,5% na Europa Ocidental [5]. Por outro lado, o Japão terá, no mesmo período, uma taxa inferior (0,5%), devido, sobretudo, ao fraco crescimento no sector automóvel OEM¹ e industrial [5].

De um ponto de vista geográfico (Figura 1 e Tabela 1), em 2013 verificou-se um rápido crescimento na Ásia, com destaque para a China, Indonésia e Índia, que deteve uma quota de 48% em relação ao mercado mundial [4]. O segundo mercado emergente é o Europeu, com uma quota de 24%, seguido da América do norte (16%) e América Latina (8%) [4].

Espera-se que num futuro próximo a Ásia tenha a maior taxa de crescimento anual, cerca de 6%, seguida pela Europa Ocidental, também com 6% [5]. Deste modo, a taxa de crescimento global é estimada em 6% por ano [5].

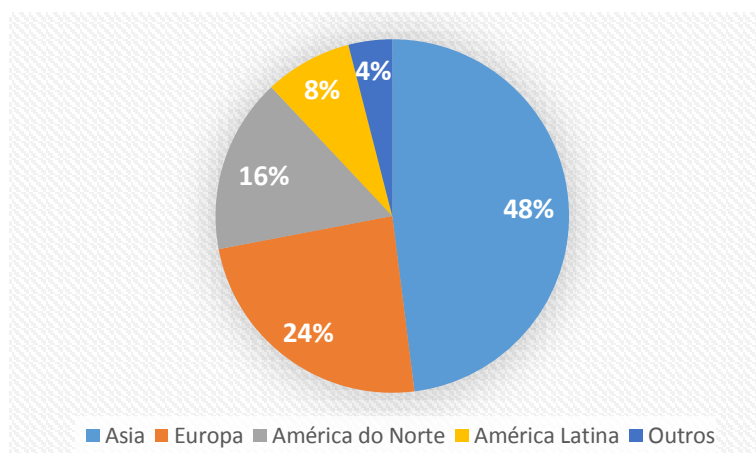


Figura 1 – Distribuição geográfica do mercado de tintas e vernizes [4].

¹ OEM – *Original Equipment Manufacturer*, refere-se à empresa que originalmente concebeu o produto. Normalmente, os fabricantes de automóveis não produzem todas as suas peças na montagem ou reparação dos automóveis, pelo que fornecem as especificações pretendidas ao fabricante original (OEM).

Tabela 1 – Distribuição geográfica do mercado de tintas e vernizes [4].

Região	Asia	Europa	América do Norte	América Latina	Outros	Total
Volume (Mton)	20,04	10,02	6,68	3,34	1,67	41,75
Proporção (%)	48%	24%	16%	8%	4%	100%
Valor (milhões de dólares)	483,74	369,17	254,6	101,84	63,65	1273

2.2.1.1. Aplicações

A crescente procura mundial deve-se à recuperação da economia global e rápida industrialização e depende, maioritariamente, de indústrias como automóvel e imobiliário (20%, Figura 2) e construção (40%, Figura 2). Outro factor que está por trás desta crescente procura é a inovação da formulação das tintas e, consequente desenvolvimento do produto, que continuam a estimular o crescimento no mercado mundial. Deste modo, as tintas e vernizes têm uma vasta gama de aplicações e estas podem ser divididas em diferentes sectores. Para ilustrar este facto tem-se a Figura 2, que correlaciona os diferentes sectores, em 2013.

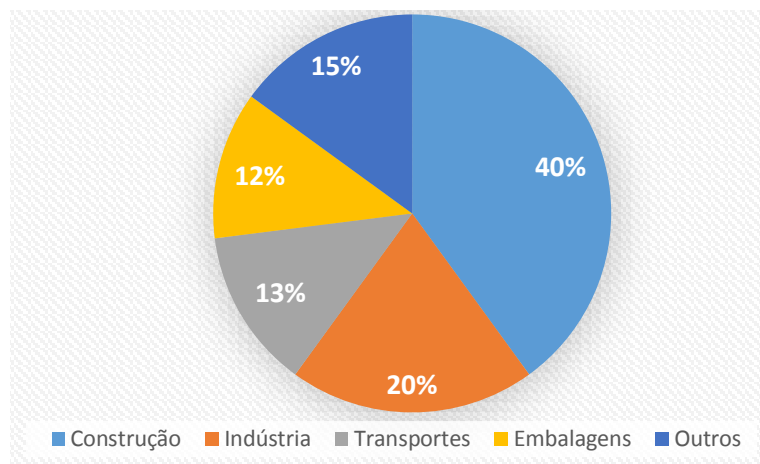


Figura 2 - Aplicações das tintas e vernizes, a nível mundial [4].

Tabela 2 – Aplicações das tintas e vernizes, a nível mundial [4].

Sectores	Construção	Indústria	Transportes	Embalagens	Outros	Total
Volume (Mton)	16,7	8,35	5,43	5,01	6,26	41,75
Proporção (%)	40%	20%	13%	12%	15%	100%

2.2.2. Portugal

Apesar de Portugal não ser exceção na Europa e se tratar de um mercado estável, devido à crise do sector da indústria e da construção, o mercado das tintas tem vindo a decrescer. Esta tendência verificou-se e tem-se intensificado a partir de 2008, tendo apenas sido contrariada em 2010, com um crescimento de 5,5% [6].

No ano de 2012 registou-se uma descida de 12%, situando-se o valor das vendas nesse ano nos 335 milhões de euros, o que correspondeu a 140 mil toneladas [6]. A maior descida verificou-se nas vendas de tinta para a construção, decoração e *bricolage*, que caiu mais de 20% [6].

A Figura 3 apresenta a evolução das importações e exportações entre 2002 e 2013.

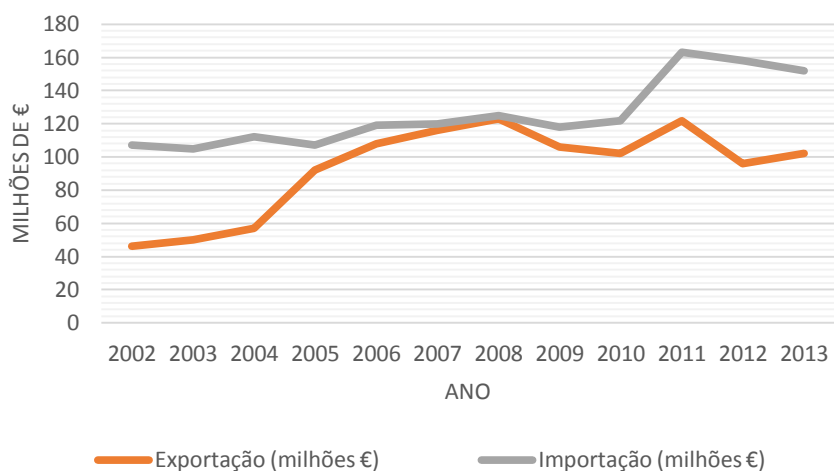


Figura 3 - Evolução das importações e exportações em Portugal [6].

Pela Figura 3 constata-se que as importações no período entre 2002 e 2013 são superiores às exportações. A maior parte das tintas que Portugal exporta vai para Espanha (140,5 milhões de euros), Alemanha (73,2 milhões de euros) e Itália (25,1 milhões de euros) [7]. Por outro lado, a maior parte das tintas que Portugal importa vem de Espanha, Alemanha e França [7].

A Tabela 3 diz respeito ao número e distribuição geográfica dos diferentes fabricantes de tintas em Portugal.

Tabela 3 – Distribuição geográfica dos diferentes fabricantes de tintas em Portugal [6].

Período	Total	Norte	Centro	Lisboa/Sul
2004	183	48%	28%	24%
2007	147	50%	23%	27%
2011	136	42%	34%	24%
2012	131	42%	33%	25%

Como se vê pela Tabela 3, em Portugal, o número de empresas fabricantes de tintas e vernizes sofreu uma descida ao longo do período analisado. A região Norte concentra o maior número com uma quota de 42%, seguida da zona Centro com 33% e de Lisboa/Sul, com 25%.

A Tabela 4 resume o Top 5 dos produtos mais vendidos em Portugal no ano 2012. Verifica-se que os mais vendidos foram tintas e vernizes em meio aquoso à base de polímeros acrílicos ou vinílicos e tintas e vernizes à base de outros polímeros sintéticos, tendo o primeiro arrecadado 158,22 milhões de euros e o segundo 85,38 milhões de euros.

Tabela 4 – Top 5 dos produtos mais vendidos em Portugal, em 2012 [7].

Tipo de tinta	Milhões de €
Tintas de Impressão	20,76
Esmaltes metálicos líquidos e preparações semelhantes	39,94
Outras tintas e vernizes à base de poliésteres, dispersos ou dissolvidos em meio aquoso	52,08
Tintas e vernizes à base de outros polímeros sintéticos	85,38
Tintas e vernizes à base de polímeros acrílicos ou vinílicos, num meio aquoso	158,22

Por fim, apresenta-se a Tabela 5 que mostra o *ranking* dos diferentes fabricantes de tintas em Portugal, no ano 2012.

Como se pode ver, a CIN lidera entre os fabricantes de tintas, sendo a maior produtora a nível nacional. A CIN – Corporação e CIN – Indústria, facturaram juntas, em 2012, mais de 120 milhões de euros [8].

A Hempel, Robbialac e Sika completam o top 5 deste ranking, como maiores empresas produtoras de tintas. A Hempel detém um volume de negócios de 60,63 milhões de toneladas, seguida pela Robbialac com 34,51 milhões de toneladas e, por fim, Sika com 28,22 milhões de toneladas.

Devido à crise que se fez sentir, estas empresas têm tomado diferentes estratégias. Maioritariamente, estas estão a apostar na venda directa ao consumidor e em mercados como os da repintura e da indústria [8].

Tabela 5 – Ranking de empresas fabricantes de tintas em Portugal no ano 2012 [8].

1. CIN - Corporação	
Volume Negócios (Mton)	88,23
Exportação (milhões de €)	11,8
2. HEMPEL	
Volume Negócios (Mton)	60,63
Exportação (milhões de €)	48,92
3. Tintas Robbialac	
Volume Negócios (Mton)	34,51
Exportação (milhões de €)	0,26
4. CIN - Indústria	
Volume Negócios (Mton)	32,29
Exportação (milhões de €)	14,51
5. SIKA	
Volume Negócios (Mton)	28,22
Exportação (milhões de €)	6,33
6. Barbot	
Volume Negócios (Mton)	27,64
Exportação (milhões de €)	7,34
7. Tintas Titan	
Volume Negócios (Mton)	24,83
Exportação (milhões de €)	12,51
8. Tintas Dyrup	
Volume Negócios (Mton)	24,57
Exportação (milhões de €)	3,03
9. Sun Chemical - Tintas Gráficas	
Volume Negócios (Mton)	19,03
Exportação (milhões de €)	0,48
10. Valente & Ribeiro	
Volume Negócios (Mton)	15,31
Exportação (milhões de €)	0,69

2.3. COMPONENTES DAS TINTAS

As principais funções de uma tinta são, por um lado, decorativa ao garantir a aparência desejada (cor, brilho) e, por outro lado, a protecção necessária contra corrosão, abrasão, entre outros. Deste modo torna-se importante desenvolver tintas que cumpram um leque variado de especificações. Assim, é imperativo conhecer bem os constituintes de uma tinta por forma a poder escolher a melhor solução para a função desejada.

Uma tinta é basicamente constituída por quatro grandes grupos [2,9]:

- ✓ Resinas ou Ligantes
- ✓ Pigmentos e Cargas
- ✓ Solventes e Diluentes
- ✓ Aditivos

2.3.1. Resinas ou Ligantes

As resinas ou ligante constituem-se como o veículo fixo. Servem de suporte para os outros constituintes da tinta, sendo assim o constituinte mais importante. Este deve responder a características como adesão, para garantir que o filme de tinta não escorra quando aplicado ao substrato, e dureza suficiente para suportar o desgaste mecânico, ao mesmo tempo que retém a sua elasticidade, conferindo flexibilidade ao filme [10, 11].

Pelas suas características intrínsecas, dão ao revestimento diversas qualidades como flexibilidade, impermeabilidade, dureza, brilho, entre outros. São também responsáveis pela secagem da tinta [2, 9].

É importante referir que cada resina ou ligante tem uma composição química definida, conferindo assim à pintura as propriedades necessárias para cada tipo de aplicação [9].

2.3.2. Pigmentos e Cargas

Pigmentos são partículas sólidas dispersas nas tintas, influenciando a cor, opacidade, brilho, durabilidade, resistência mecânica e protecção contra a corrosão [9,11]. Têm de estar dispostos uniformemente no ligante, uma vez que o tamanho e a forma das suas partículas afecta o empacotamento no mesmo [11].

Um bom pigmento deve possuir uma excelente resistência à luz e aos agentes atmosféricos, de forma que as suas capacidades não sejam alteradas com o passar do tempo. É necessário incorporá-los mecanicamente pois estes encontram-se em suspensão na tinta [9, 11].

Existe uma grande variedade de pigmentos, sendo que o mais utilizado é o dióxido de titânio (TiO_2), usado maioritariamente na formulação de tintas brancas ou claras [11].

As cargas, também conhecidas por pigmentos auxiliares, distinguem-se dos pigmentos por terem um índice de refacção inferior e tamanho de partícula superior. A sua importância reside no facto de controlarem propriedades como brilho, dureza, resistência ao desgaste, permeabilidade, adesão do

filme ao substrato, entre outros. Servem também para evitar a sedimentação do pigmento e preencher espacialmente o revestimento, conferindo a consistência pretendida [2, 11].

2.3.3. Solventes e Diluentes

Solventes são definidos como líquidos voláteis nas condições normais de secagem, capazes de dissolver o veículo fixo de tintas e vernizes. Por sua vez, diluentes caracterizam-se como líquidos voláteis, parcial ou totalmente miscíveis com o veículo, que adicionados a uma tinta ou verniz, durante o processo de fabrico ou no momento da aplicação, lhe reduzem a viscosidade [12].

A diferença entre estes dois constituintes reside no facto dos solventes formularem os veículos de uma tinta dissolvendo o veículo fixo, enquanto os diluentes são aplicados com a finalidade de diminuir a viscosidade da tinta durante a sua aplicação, facilitando a mesma [9, 12]. Estes são usados em conjunto uma vez que os solventes são de custo elevado.

Em tintas de base aquosa o solvente utilizado é a água (inorgânico). Os solventes orgânicos mais usados são hidrocarbonetos (alifáticos e aromáticos), álcoois, acetatos, ésteres, cetonas [9]. Estes últimos têm sido alvo de grandes esforços para reduzir a sua utilização, tendo-se optado cada vez mais pelos inorgânicos, como a água, já que a corrente legislação limita, consideravelmente, a emissão de COV's [11].

2.3.4. Aditivos

Os aditivos são produtos líquidos e viscosos, solúveis nos veículos, sendo adicionados com o fim de melhorar as condições de aplicação da tinta. São introduzidos, na maioria dos casos, durante o processo de fabricação pois alguns actuam no período de armazenamento. As suas principais funções são [2, 9, 12]:

- ✓ Evitar a acção da água e da humidade;
- ✓ Evitar a degradação causada pela radiação solar, através da sua emissão ultravioleta;
- ✓ Evitar a deterioração dos polímeros utilizados em produtos incolores;
- ✓ Absorver a radiação ultravioleta;
- ✓ Evitar o amarelecimento do produto.

Os aditivos são uma parte integral na formulação de todos os tipos de tintas, sendo a sua escolha um passo importante no desenvolvimento da mesma. Podem ser classificados como [11]:

- ✓ Agentes anti-espuma, que devem ser insolúveis no meio e apresentar uma dispersibilidade uniforme e rápida;
- ✓ Agentes dispersantes, sendo a sua principal função evitar a aglomeração e posterior floculação de partículas primárias de pigmentos e cargas;
- ✓ Coalescentes, que são solventes que facilitam a formação da tinta, baixando a temperatura mínima de formação de filme;

- ✓ Espessantes, aditivos que garantem uma óptima estabilidade da viscosidade e pseudoplasticidade, desempenhando funções de anti-sedimentação, anti-escorrimento e redução de respingos aquando a aplicação da tinta no substrato;
- ✓ Reguladores de pH, conferem à tinta o pH desejado, tipicamente superior a 8,0;
- ✓ Conservantes, que evitam o ataque de microrganismos, como fungos, bactérias, algas e leveduras, evitando a deterioração da tinta.

2.4. CLASSIFICAÇÃO DAS TINTAS

As tintas podem ter várias classificações, consoante o critério que se escolha. Normalmente, são classificadas de acordo com o solvente utilizado ou pela sua função [13]. De acordo com o solvente utilizado as tintas dividem-se em tintas de base aquosa e tintas de base solvente.

As primeiras, como o nome indica, usam a água como solvente e têm como vantagens o facto de não serem tóxicas e combustíveis. Contudo, como desvantagem apresentam longos tempos de secagem devido à lenta evaporação da água [13]. Já as segundas, usam solventes orgânicos e caracterizam-se pela sua rápida capacidade de secagem. As principais desvantagens são o facto de serem tóxicas e combustíveis [13].

Por outro lado, de acordo com a sua função as tintas podem ser classificadas como [14]:

- ✓ Decorativas, usadas na construção civil;
- ✓ Industriais e Automóveis, usadas para recobrimento de produtos fabricados;
- ✓ Marítimas, usadas na construção naval;
- ✓ Manutenção, usadas na pintura de estruturas metálicas.

Na Tabela 6 apresentam-se os diferentes tipos de tintas de base aquosa e as suas propriedades.

Tabela 6 - Tipos de tintas de base aquosa e correspondentes propriedades [11].

Tipo de Tinta	Aplicações	Propriedades
Tinta Interior	Interior	Poder de cobertura, odor reduzido, poder ligante.
Tinta Acetinada	Interior, Papéis de parede, cozinhas e casas de banho	Alongamento e Resistência à tracção, Resistência ao amarelecimento.
Tinta Exterior	Exterior	Elevada permeabilidade ao vapor de água, baixa permeabilidade ao CO ₂ , resistência ao amarelecimento, protecção contra algas e fungos.
Esmalte aquoso	Interior, casas de banho, cozinhas, madeira, metal, exterior	Poder de cobertura, odor reduzido, poder ligante.
Primário	Qualquer substrato, interior e exterior	Possibilita boa aderência no acabamento, boa penetração no substrato.

2.5. PROCESSO DE FABRICO

O processo de fabrico de tintas é simples, tipicamente operado em regime descontínuo (*batch*) e com um planeamento por lotes, sendo constituído por operações unitárias tais como as que se ilustram na Figura 4 [2, 14].

Seguindo a classificação de acordo com o tipo de solvente, as tintas de base aquosa e as tintas de base solvente têm processos idênticos que apenas diferem na fase de dispersão/mistura. Nas tintas de base aquosa essas operações dão-se em simultâneo, enquanto que nas tintas de base solvente dizem respeito a etapas diferentes do processo. É importante referir que na Tintas Robbialac, S.A. só se produzem tintas de base aquosa [14].

Desta forma, uma unidade de produção de tintas de base aquosa é constituída por tanques de armazenagem de matérias-primas, tanques de mistura, dispersores de alta velocidade, tanques de acabamento e unidades de enchimento [14].

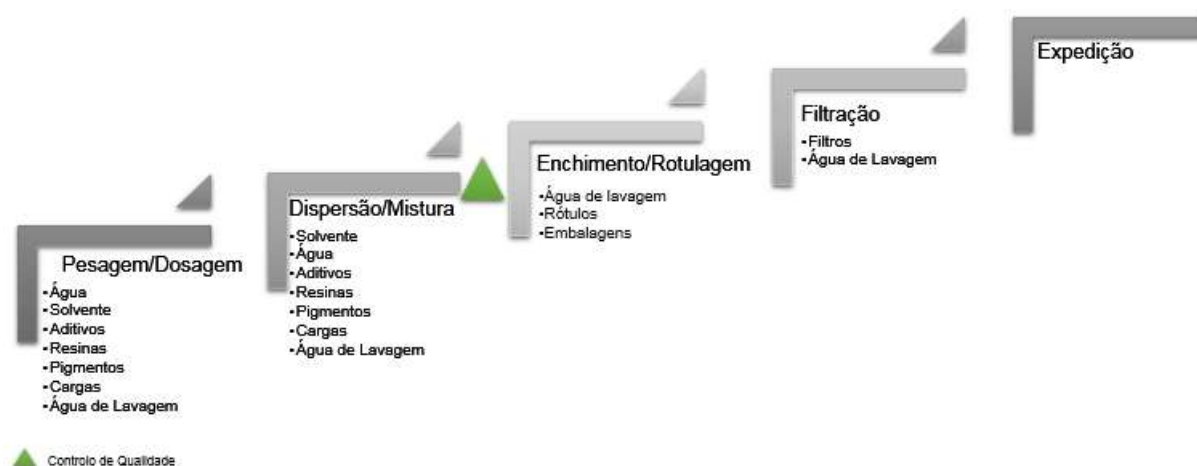


Figura 4 – Esquema do processo de fabrico de tintas e vernizes [2].

Na primeira etapa do processo, a pesagem/dosagem, determina-se e mede-se, consoante a formulação, a quantidade de matérias-primas desejadas, de acordo com as especificações do tipo de tinta pretendido [2].

Posteriormente, na etapa da dispersão/mistura, cada componente é adicionado individualmente, segundo as quantidades e ordem previstas na formulação, num tanque com agitação adequada, sendo fornecida energia ao sistema. Obtém-se assim uma pasta homogeneizada. A acção principal nesta etapa é a dispersão do pigmento uma vez que estes se encontram em suspensão na tinta. Os pigmentos têm tendência a formar agregados e aglomerados, a dispersão irá actuar de forma a desagregá-los numa suspensão estável. É de salientar que o tamanho dos aglomerados e agregados não deve exceder um limite máximo, ou seja, o seu tamanho não deve exceder a espessura da película de tinta por forma a não afectar as propriedades físicas desta [14].

Assim, podem ser distinguidas três etapas no processo de dispersão/mistura [14]:

- **Molhagem do pigmento:** ocorre por meio de agitação e consiste na substituição do ar e humidade que se encontram nos espaços intersticiais das partículas de pigmento pela solução de resina.
- **Moagem:** ocorre a quebra dos aglomerados e agregados através de energia mecânica, conseguida através de máquinas de agitação de alta velocidade ou moinhos específicos, de forma a se obterem partículas primárias de pigmento.
- **Estabilização da Suspensão:** esta etapa existe para evitar o fenómeno de floculação, impedindo que surjam problemas nas características do produto final, nomeadamente a perda de brilho, alteração da reologia, entre outras.

Após a dispersão, as características específicas de várias tintas são ajustadas em tanques de acabamento. É nesta fase também que se procede ao controlo da qualidade do produto. No laboratório de controlo de qualidade realizam-se vários testes onde se verificam as especificações de cada produto. Realça-se a importância desta fase uma vez que é aqui que podem ser detectadas anomalias de formulação [14].

Uma vez aprovado o produto, procede-se à fase de enchimento. Este processo está a tornar-se cada vez mais automatizado, com a ajuda dos robôs existentes nesta secção que fazem a paletização automaticamente, embora existam ainda máquinas que exigem uma paletização manual. Cada máquina possui também um sistema de ajuste da quantidade de tinta que deve encher a embalagem, consoante o formato e as especificações da ordem de enchimento. É nesta fase que se verifica a necessidade de um controlo da quantidade de cada embalagem, não só por questões legais mas também por questões de qualidade.

A etapa da filtração é realizada simultaneamente ao enchimento, uma vez que esta ocorre ao mesmo tempo que o produto é encaminhado para a respectiva máquina de enchimento. Os filtros mais utilizados são de *nylon* ou metálicos [14].

Após a paletização, as embalagens são armazenadas até à sua expedição para o Armazém Central.

2.6. A INDÚSTRIA DAS TINTAS E O AMBIENTE

Como qualquer processo na indústria química, o fabrico de tintas e vernizes gera subprodutos que podem ser prejudiciais ao meio ambiente e, por isso, devem ser devidamente controlados. Esse controlo possibilita não só o cumprimento da legislação como também implica uma gestão ao nível de matérias-primas, energia e água que se podem tornar vantajosos a nível económico para a empresa.

Durante o fabrico de tintas pode dar-se a libertação de solventes orgânicos para a atmosfera, geração de efluentes líquidos de base aquosa e/ou de base solvente, matérias-primas e produtos obsoletos e lamas oriundas do funcionamento de ETAR's [2].

Existem diversos sectores onde se deve actuar individualmente por forma a preservar o ambiente. Por exemplo, no transporte, armazenamento e manuseamento das matérias-primas deve-se ter em atenção os desperdícios que se podem originar, possíveis derrames e/ou fugas. Os recipientes destas devem também ser devidamente reciclados quando possível.

Por outro lado, no processo de produção formam-se resíduos que não podem ser recuperados e estes devem ser enviados para uma entidade que possa tratar da sua recuperação, ou caso não seja possível, incineração.

No enchimento, os desperdícios advêm de resíduos da filtração ou até mesmo de embalagens defeituosas, sendo o tratamento destes semelhante ao caso do processo de produção.

Por fim, na própria operação de limpeza geram-se lamas e resíduos sólidos. Neste caso, a água é utilizada para limpeza e lavagem das máquinas de enchimento ou outros equipamentos, devendo ser incentivada a sua reutilização.

De uma forma geral, têm-se vindo a tomar medidas para estas situações, nomeadamente, o desenvolvimento de produtos com menor conteúdo em compostos agressivos, a utilização de tintas de base aquosa e investimentos em sistemas de tratamento de efluentes e resíduos. Estas medidas servem para preservar o meio ambiente mas acabam por possibilitar e incentivar a introdução de novas tecnologias, como as tintas em pó (isentas de solventes) que se tornam cada vez mais competitivas no mercado [2, 11].

A Tintas Robbialac S.A. foi a primeira empresa em Portugal a ter uma ETAR, procedendo ao tratamento dos seus próprios efluentes. Este tratamento é diferente consoante a origem do efluente. No caso das águas domésticas, faz-se arejamento e oxigenação enquanto que nas águas industriais utiliza-se um floculante (silicato de alumínio) e um filtro de membranas, sendo o resultado enviado para uma entidade autorizada. É de salientar que os tanques e máquinas de enchimento são lavados com uma solução de DB20 para evitar a contaminação de fungos e bactérias [14].

2.7. TINTAS ROBBIALAC, S.A.

A Tintas Robbialac S.A. opera actualmente com uma fábrica em Lisboa, dois armazéns e uma rede integrada de 58 lojas próprias e 130 revendedores exclusivos, tendo começado a sua actividade em 1931 [15].

O termo Robbialac surge pela primeira vez no século XIX quando o fabricante inglês Jenson & Nicholson recebe uma encomenda e cria um esmalte com o nome de “Della Robbia White”. Pela rápida projecção internacional, a comercialização deste produto passou a fazer-se com o nome Robbialac [14, 15].

Posteriormente, Lewis Berger desenvolve uma nova fórmula para um pigmento, tendo fundado uma firma que mais tarde se associou a Jenson & Nicholson, formando o Grupo Berger, Jenson & Nicholson, ao qual a Robbialac pertencia [14, 15]. Ao longo de 77 anos a empresa fez parceria com diferentes grupos como Jenson & Nicholson, Berger Paints e Williams PLC, elevando a Robbialac a um patamar superior.

Em 2004 a Tintas Robbialac, S.A. passou a integrar o Grupo Materis, desenvolvendo a sua actividade em três áreas, Tintas Decorativas, Isolamento Térmico e repintura Automóvel [15].

Na área das Tintas Decorativas fornece produtos para substratos como a madeira, reboco, cantaria, betão, plástico, revestimentos cerâmicos e metal. Na área do Isolamento Térmico, destaca-se a marca Viero, evitando perdas térmicas e mantendo a temperatura e qualidade do ar interior. Na área da Repintura Automóvel a Tintas Robbialac, S.A. foi pioneira com a gama de produtos Viton [15].

A Robbialac tem uma vasta gama de marcas como TintasVip, Viero, Classidur, Cuprinol, Hammerite, Aguaplast e Standox [15].

2.7.1. Unidades de Produção

A empresa Tintas Robbialac S.A. tem duas unidades fabris, a Unidade Fabril 1 (UF1) e a Unidade Fabril 2 (UF2), tendo cada uma destas uma zona de fabrico e uma zona de enchimento. Em ambas as unidades de produção só se fabricam tintas de base aquosa, caracterizando-se a UF1 pelo fabrico de lotes de maiores volumes que a UF2. É de salientar que a UF1, com 9 máquinas de fabrico, destaca-se, também, da UF2 por ter um nível de automação superior.

Na UF1 (ou Centro D), a pesagem e descarga da maioria das matérias-primas é feita através de um sistema informático. O lote máximo de produção desta unidade é de 16 000 kg, sendo que para atingir este valor é necessário fazer duas cargas de 8 000 kg. A capacidade mínima é de, normalmente, 4 000 kg. É de salientar que, no entanto, o que determina o tamanho do lote é o volume do tanque.

Os produtos são, então, levados por fluxo vertical até à Zona de Enchimento 1. Esta zona é composta por 6 máquinas de enchimento, estando apenas as máquinas 1, 2, 3 e 4 em linha com os robôs. É de referir que a máquina 5 não se encontra em funcionamento neste momento. As máquinas de 1 a 4, por estarem em linha com os robôs, possuem um sistema de paletização automático tendo

portanto uma menor intervenção humana nesse aspecto, uma vez que é apenas necessário um operador por máquina.

A Figura 5 esquematiza o *layout* da Zona de Enchimento 1. Como se pode ver, o robô A recebe as embalagens das máquinas 1 e 3, enquanto que o robô B recebe as embalagens das máquinas 2 e 4. Uma vez que cada robô apenas tem dois tapetes de acesso, só é possível o funcionamento em simultâneo de quatro máquinas de enchimento.

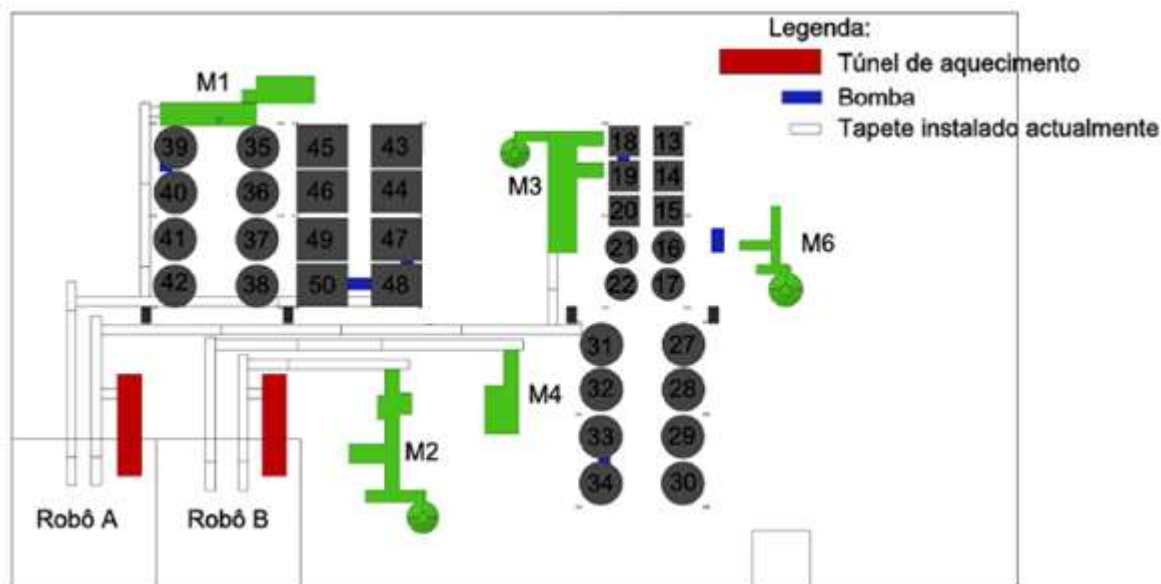


Figura 5 – Layout da Zona de Enchimento 1 [16].

Como se vê pela Figura 5 e como já foi referido, a máquina 6 não se encontra em linha com o robô pelo que são necessários dois operadores para efectuar o enchimento nesta máquina, um para controlar o enchimento e colocar as tampas e outro para recolher as embalagens e fazer a paletização manualmente.

Em [16] foi feita uma proposta de alteração de *layout* (Figura 6) que entrará em vigor este ano, num processo por fases. Esta alteração conta com a colaboração de três empresas distintas, a Sinmetro, a OKS e a Solution Way. A Sinmetro é responsável pela instalação do *software* *ACCEPT*, primeiro nas máquinas 2 e 3 visto que são as que têm maiores volumes de produção e, posteriormente, nas restantes máquinas. Em simultâneo, o *layout* será alterado como se ilustra na Figura 6. Este estágio incidiu principalmente na preparação dos dados necessários para depois serem validados no *software* no momento da sua instalação.

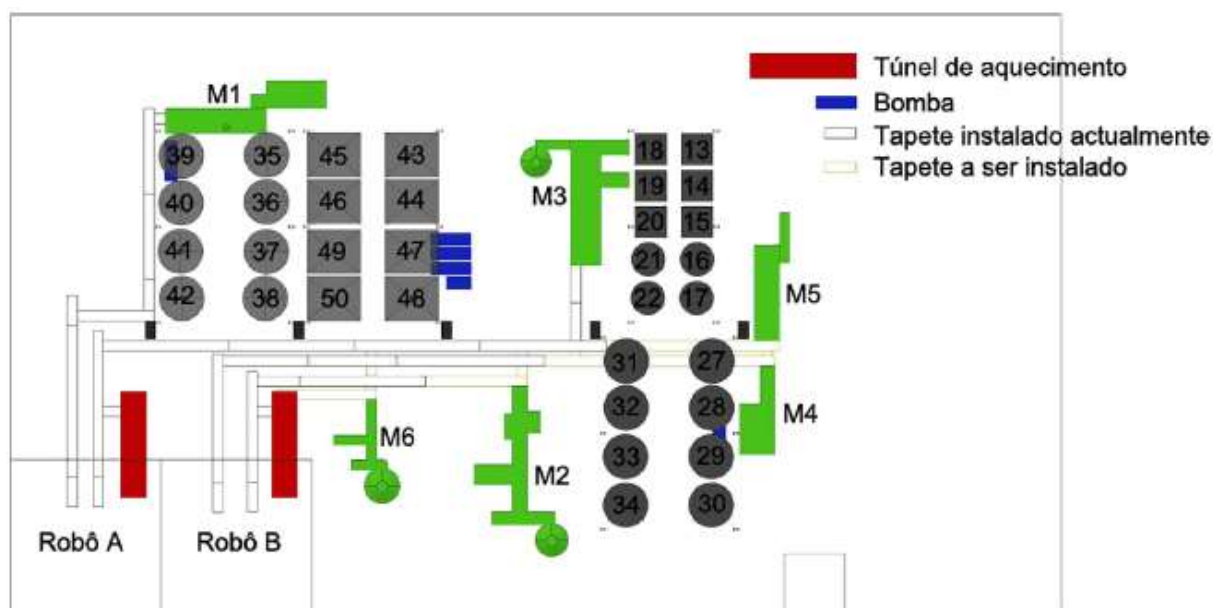


Figura 6 – Proposta de novo layout da Zona de Enchimento 1 [16].

Tipos de Enchimento

As máquinas de enchimento da ZE1 têm diferentes tipos de enchimento. As máquinas 1 e 4 só enchem texturados e fazem-no por volumetria. As máquinas 2, 3 e 6 enchem, por gravimetria, tintas plásticas lisas, sendo que a máquina 2 também enche tintas de membrana. De entre os diversos produtos que a Tintas Robbialac S.A. enche encontram-se diferentes formatos de embalagens como 0,5 L, 0,75 L, 1 L, 3L, 4 L, 5 L, 10 L, 15 L, 20 L e 25 kg [14, 17]. Na Tabela 7 estão representados os diferentes formatos possíveis de um determinado produto.

Tabela 7 – Possíveis formatos de embalagens para um produto [17].

Capacidade (L)
0,75 ou 1
4 ou 5
15 ou 20

A UF2 (ou Centro C) caracteriza-se pelo fabrico de produtos de volume reduzido, tendo uma capacidade inferior a 3 000 kg. O nível de automatismo é inferior ao da UF1, sendo necessária uma elevada intervenção humana, o que torna o processo lento.

A Zona de Enchimento 2 mantém o nível baixo de automatismo, uma vez que não possui um sistema de paletização automático e obriga a que estejam dois operadores por máquina. Caracteriza-se por encher formatos pequenos e tem 3 máquinas de enchimento. Ambas UF2 e ZE2 não contribuem para o desenvolvimento deste estágio.

2.8. CONTROLO ESTATÍSTICO DE PROCESSOS (CEP)

2.8.1. Conceitos Estatísticos

Antes de abordar a temática do Controlo Estatístico de Processos (CEP) é necessário conhecer e compreender primeiro os diversos conceitos estatísticos em que se baseia.

Para estudar um conjunto de dados, deve-se identificar o tipo de variáveis em estudo e para tal, deve-se conhecer as definições de cada uma delas.

Ao efectuar medições, é expectável uma certa variabilidade da característica que se está a medir, sendo o objecto da medição designado por variável. As variáveis podem classificar-se em discretas ou contínuas. Uma variável discreta é aquela que toma certos valores que são, geralmente, números inteiros, enquanto que uma variável contínua pode assumir qualquer valor dentro da gama que define os valores dessa variável [18].

Uma população consiste na totalidade das observações do fenómeno em estudo, sendo que a população em estudo pode ser finita ou infinita. Ao número de observações de uma população dá-se o nome de dimensão da população [19].

Uma amostra é um conjunto de observações seleccionadas de uma população, de forma aleatória e segundo um método pré-estabelecido [19].

As estatísticas são medidas que descrevem os valores que os dados assumem. Existem estatísticas de localização e de dispersão. A estatística de localização mais utilizada é a média e o seu cálculo obtém-se através de [18, 20]:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Equação 1

A mediana é uma estatística de localização mais adequada para casos em que a amostra tenha número ímpar. O seu cálculo pode ser feito através de [18, 20]:

$$\text{Se } n \text{ ímpar: } \tilde{X} = x_{\frac{n+1}{2}}$$

Equação 2

$$\text{Se } n \text{ par: } \tilde{X} = \frac{x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1}}{2}$$

Equação 3

Por fim tem-se a moda, que corresponde ao valor que ocorre com mais frequência numa determinada amostra.

As estatísticas de dispersão são a amplitude e a variância [18, 20]. A amplitude é obtida pela diferença entre o valor de amostra máximo e valor de amostra mínimo, ou seja

$$R = x_{\max} - x_{\min}$$

Equação 4

A variância pode obter-se através de:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

Equação 5

2.8.2. Normas

O Controlo Estatístico de Processos (CEP) constitui-se como uma ferramenta de melhoria de qualidade, ou seja, insere-se numa atitude de melhoria contínua de um processo. Nesse sentido, pode dividir-se o CEP em duas vertentes, a da qualidade e a legal.

A vertente da qualidade engloba duas questões, garantir o volume correcto para o mercado (requisito legal), inserindo-se assim no âmbito da satisfação do cliente, e os ganhos para a empresa. Isto é, a tendência normal das linhas de enchimento é o sobreenchimento, pelo que de forma a não existirem perdas para a empresa, é necessário verificar se essa tendência persiste ao longo do processo. Já a vertente legal engloba três normas, as quais certificam a empresa Tintas Robbialac, S.A., a *ISO9001* (Qualidade), *ISO14001* (Ambiental) e *NP4397* (Segurança).

A *ISO9001* tem como objectivo a adopção de um sistema que permita o desenvolvimento e melhoria do sistema de gestão da qualidade, aumentando assim a satisfação do cliente [21]. Este objectivo pode ser referido como uma “abordagem por processos”, o que permite um controlo faseado que possibilita a combinação, interacção e interligação dos processos individuais [21]. No âmbito da satisfação do cliente, a organização deve garantir a “conformidade com os requisitos do produto” e “as características e tendências dos processos e produtos, incluindo oportunidades para acções preventivas” [21].

A *ISO14001* especifica os elementos para um sistema de gestão ambiental o que permite o desenvolvimento e a implementação de uma política, tendo em conta os elementos legais e os aspectos ambientais significativos [22]. Esta norma, tal como a anterior, baseia-se numa metodologia de melhoria contínua, o PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), isto é, **Planear** de acordo com a política ambiental da empresa, **Executar**, implementando processos, **Verificar**, monitorizando e relatando os resultados, **Actuar**, empreendendo as acções que melhoram o desempenho, Figura 7.

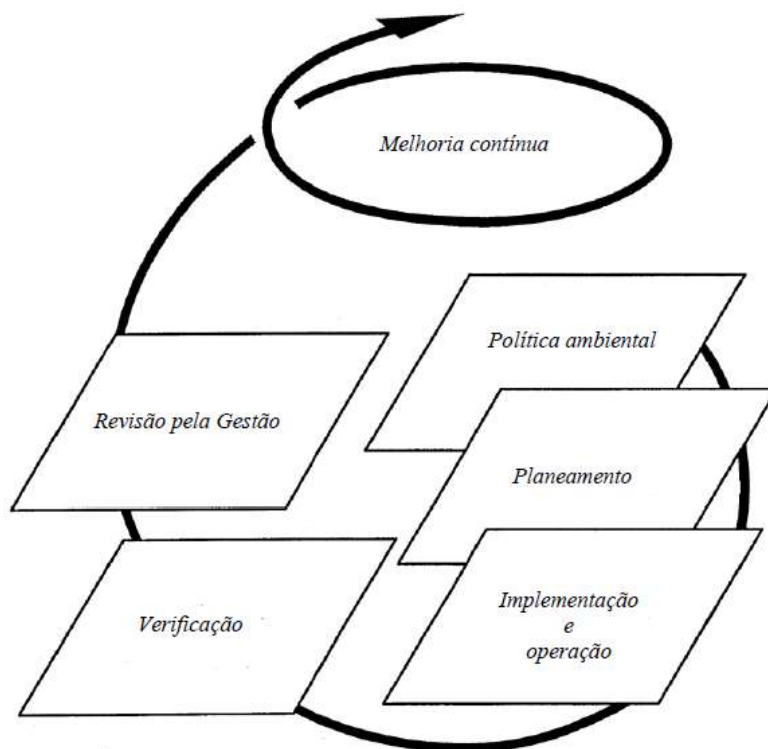


Figura 7 - Modelo de sistema de gestão ambiental para a ISO 14001 [22].

Por fim, a NP4397 foi concebida para ser compatível com as normas ISO9001 e ISO14001, respondendo à necessidade de existir uma norma que se possa aplicar a sistemas de gestão da Segurança e Saúde do Trabalho (SST). Esta norma também se baseia no modelo PDCA, o que permite o desenvolvimento de uma política através da elaboração de objectivos e acções necessárias, demonstrando a conformidade do sistema com os requisitos da norma.

Em conclusão, a empresa Tintas Robbialac, S.A. é certificada por estas três normas e possui um sistema de gestão para a optimização não só de recursos mas também a integração das três diferentes políticas: a qualidade, o ambiente e a segurança.

2.8.3. CEP

Os processos de produção apresentam, normalmente, um certo nível de variabilidade inerente à sua aleatoriedade intrínseca. Como tal, o controlo estatístico de processos (CEP) vem actuar como uma ferramenta, na inspecção do sistema, através de amostragens, com o objectivo de identificar causas não naturais ao processo e que prejudicam a qualidade do produto final [23]. Deste modo, o CEP fornece [24]:

- Informação permanente sobre o comportamento do processo;
- Meios para tratar a informação detectando e caracterizando as causas que criam instabilidade no processo;
- Meios para actuar, corrigindo e prevenindo as causas de instabilidade;
- Informações para melhoria contínua do processo.

O principal objectivo do CEP é, portanto, possibilitar um controlo eficaz, o qual pode ser feito pelo operador em tempo real, sendo que este pode actuar na presença de uma causa especial de variação, corrigindo e garantindo a qualidade do produto [23]. O CEP possibilita, também, o aumento da capacidade do processo, através da monitorização de características de interesse, proporcionando à empresa uma base para melhorar a qualidade dos seus produtos e serviços [23]. Assim, a importância do CEP reside no facto de este possibilitar uma constante melhoria, garantindo um processo estável, previsível e cuja evolução pode ser sempre acompanhada.

O resultado final de um processo (*output*) deve satisfazer os requisitos exigidos pela própria empresa e pelo cliente. No entanto, mesmo que o processo seja bem concebido, desenvolvido e implementado, os dados referentes a determinada característica nem sempre se apresentam dentro dos parâmetros estabelecidos devido a várias fontes de variação que afectam o processo. Essas fontes de variação são normalmente agrupadas em seis categorias [18].

Equipamento: inclui causas como o desgaste de ferramentas, vibrações das máquinas, ajustamentos no equipamento, flutuações na tensão eléctrica da rede, entre outros.

Matéria-prima: O controlo desta fonte de variação é essencial na prevenção da ocorrência de produtos que não respeitem as especificações estabelecidas.

Mão-de-obra: existem duas vertentes. Por um lado, o estado físico e emocional do operador que pode contribuir positiva ou negativamente para a variação do processo. Por outro lado, a formação adequada do operador que garanta o desempenho de determinada actividade. A experiência, neste caso, também tem um papel importante.

Meio ambiente: Factores como a temperatura, humidade, luminosidade, radiação, poeira, entre outros, podem influenciar significativamente a variação do processo.

Métodos: corresponde a erros como operações não mencionadas, métodos que não estão de acordo com as necessidades e insuficiente definição de cada operação.

O controlo em tempo real ajuda a evitar causas de variação, contudo, estas podem ainda verificar-se. Para gerir adequadamente um processo é fundamental identificar essas causas de variação que se dividem em dois grupos [18, 25]:

- ✓ Causas Comuns, que são imprevisíveis, difíceis e/ou caras de evitar (por exemplo, o sistema de medição da característica em estudo ou má selecção de fornecedores) – representam 80-85% dos problemas;
- ✓ Causas Especiais, que são, de certa forma, fáceis de evitar e explicam até certo ponto a dispersão dos resultados (por exemplo, equipamento descalibrado ou não adequado à tarefa, ou operador não treinado) – representam 15-20% dos problemas.

Uma vez que estas causas sejam identificadas é possível actuar sobre elas melhorando a qualidade do produto, a produtividade e o custo a que está a ser produzido.

Por forma a poder investigar a natureza dessas causas e classificar os processos produtivos, constituiu-se, em 1920, o conceito de cartas de controlo, por Dr. Walter Shewhart [23]. Shewhart propôs, então, o uso destas cartas na análise dos dados recolhidos em sistemas de amostragem. Desta forma, impediu que os produtos não conformes fossem simplesmente detectados e corrigidos, ao possibilitar um estudo de prevenção dos problemas relacionados com a qualidade, prevenindo em vez de remediar.

As cartas de controlo surgem como um método de detecção de, essencialmente, causas especiais. Um processo diz-se “sob controlo estatístico” se só existirem causas comuns, e “fora de controlo estatístico” se existirem causas especiais [25].

Para a implementação destas cartas deve-se seguir e definir alguns critérios, implementando uma metodologia que permita alcançar os objectivos inicialmente traçados. É necessário ter em conta a formação adequada das pessoas envolvidas, bem como de outros factores que possam afectar o processo, sem deixar de definir a informação a ser recolhida e o sistema de medição. Como tal, deve-se [20, 26]:

1. Definir a dimensão da amostra a recolher em cada linha de enchimento
2. Definir uma frequência de amostragem para cada linha de enchimento
3. Avaliar o sistema de medição e se apresenta a resolução adequada
4. Registrar os dados de modo a assegurar a rastreabilidade das amostras (referência do produto, data, hora, nº lote, operador, turno, etc)
5. Analisar através de cartas de controlo o comportamento da variável volume ou massa e actuar de modo a evitar incumprimento legal ou desperdício por produto em excesso
6. Registrar as ocorrências e actuações sobre o processo

Na Figura 8, ω designa a variável em estudo, LIC o limite inferior de controlo, LC o limite central (que também se pode designar como valor nominal) e LSC o limite superior de controlo. De um ponto de vista simples, quando os pontos estão distribuídos aleatoriamente dentro dos limites considera-se que o processo está sob controlo estatístico, já o contrário, isto é, pontos distribuídos fora dos limites, indica que o processo está fora de controlo estatístico [20].

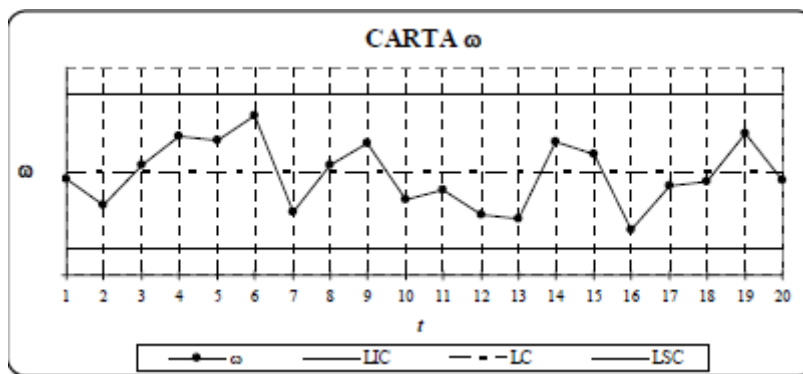


Figura 8 – Exemplo de uma carta de controlo [20].

As cartas de controlo apresentam vantagens, as quais são [20]:

- Prevenção de ocorrência de produto não conforme;
- Facilidade de utilização das cartas pelos operadores;
- Consistência e previsão da qualidade e custos;
- Menor custo por unidade produzida;
- Distinção entre causas comuns e especiais de variação;
- Utilização de uma “linguagem comum” entre dois turnos diferentes, entre fornecedores e clientes, entre a produção e outros departamentos da empresa.

Como já foi mencionado, as cartas de controlo servem, essencialmente, para identificar causas especiais. Para esse efeito, estabeleceu-se a norma *ISO 8258:1991 – Cartas de Controlo de Shewhart*, na qual se estabelece um guia para usar e entender as cartas de controlo no controlo estatístico de um processo [27]. O guia é constituído por oito regras, as quais se observam na Figura 9 e se descrevem em seguida [20].

Regra 1 – Um qualquer ponto fora dos limites de acção.

Regra 2 – Nove pontos consecutivos na zona C ou para além da zona C, do mesmo lado da linha central.

Regra 3 – Seis pontos consecutivos no sentido ascendente ou descendente.

Regra 4 – Catorze pontos consecutivos crescendo e decrescendo alternadamente.

Regra 5 – Dois de três pontos consecutivos na zona A, do mesmo lado da linha central.

Regra 6 – Quatro de cinco pontos consecutivos na zona B ou A, do mesmo lado da linha central.

Regra 7 – Quinze pontos consecutivos na zona C acima e abaixo da linha central.

Regra 8 – Oito pontos consecutivos de ambos os lados da linha central, sem nenhum na zona C.

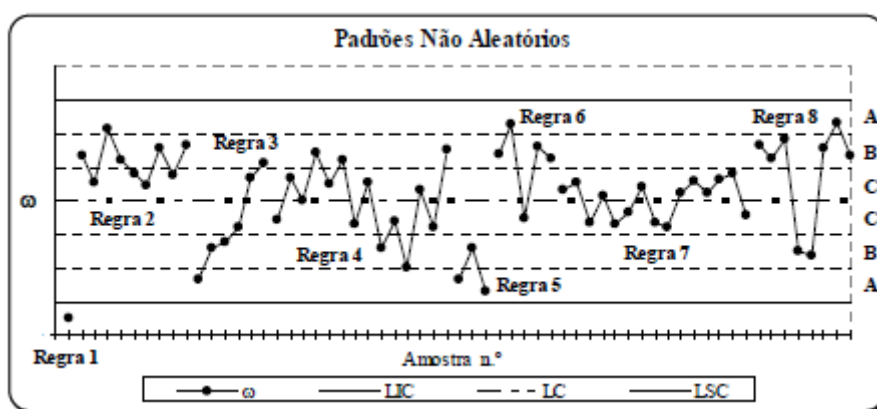


Figura 9 – Representação das oito regras de identificação de causas especiais [20].

A **Regra 1** constitui-se como o critério básico na determinação de uma situação fora de controlo estatístico. As outras regras servem como um complemento e destinam-se a aumentar a sensibilidade na detecção das causas especiais de variação. É importante referir que se deve ter um cuidado adicional ao utilizar as cartas de Shewhart de forma a não comprometer a sua simplicidade. Estas

regras são úteis numa fase inicial de implementação do CEP mas o seu uso continuado e frequente, especialmente quando as alterações a detectar são pequenas, não é aconselhável [18].

É importante referir que as cartas de controlo são ferramentas criadas para serem utilizadas on-line, na monitorização de processos. Assim, estas devem estar o mais perto possível das linhas de produção de forma a possibilitarem uma intervenção imediata de quem está a operar a máquina [18].

Existem, essencialmente, dois tipos de cartas de controlo, as cartas de controlo de variáveis e as de atributos. As cartas de controlo de variáveis usam duas cartas de controlo, uma para controlar um parâmetro de localização e outra para controlar um parâmetro de dispersão. Por outro lado, as cartas de controlo de atributos usam apenas uma carta de controlo e servem para estudar características que só assumem valores discretos [20].

Deste modo, à característica que se quer estudar, correspondem diferentes tipos de cartas de controlo. Estas podem classificar-se como [18, 20, 26]:

- **Cartas de Controlo da Média e da Amplitude (\bar{X} -R)**, são as mais utilizadas uma vez que assumem o pressuposto da Normalidade como válido. Normalmente, são usadas amostras de pequena dimensão, sendo os cálculos relativamente simples;
- **Cartas de Controlo da Média e do Desvio-Padrão (\bar{X} -S)**, usam-se para casos em que a dimensão da amostra seja superior ou igual a 10 ($n \geq 10$);
- **Cartas de Controlo da Mediana e da Amplitude (\tilde{X} -R)**, usa-se em amostras de dimensão ímpar e reduzida ($n \leq 10$);
- **Cartas de Controlo de Observações Individuais e da Amplitude Móvel (X-MR)**.

As três primeiras dizem respeito a cartas de controlo de variáveis enquanto que a última corresponde a cartas de controlo de atributos [20, 26].

As cartas de Observações Individuais e da Amplitude Móvel são normalmente utilizadas quando a dimensão da amostra tem de ser igual a 1. Essas situações podem ser, por exemplo, sistemas computarizados que medem todas as unidades, casos em que só é possível recolher uma observação e medições muito raras [20].

No caso em estudo neste estágio, a característica que se quer estudar é o peso das embalagens de tinta. Usualmente, o peso é uma das características estudada através de uma carta da média e desvio-padrão. Contudo, neste caso específico isso não faria sentido. O objectivo que se pretende é, com a instalação de um *software*, fazer o acompanhamento em tempo real das pesagens por forma a poder actuar-se caso haja alguma anomalia. Se se usasse uma carta da média e desvio-padrão, seria necessário pesar várias vezes a mesma amostra o que implicaria uma intervenção mais activa por parte do colaborador. Sendo que é exactamente essa intervenção que se quer reduzir, e automatizar o processo, uma carta da média e desvio-padrão não é de todo aconselhável. Posto isto, de entre os diferentes tipos de cartas de controlo, a mais adequada no caso em estudo é a carta de observações individuais e da amplitude móvel.

Cada carta tem um método para calcular os limites de controlo correspondentes. Neste caso em particular, não é necessário uma análise tão extensiva uma vez que a empresa Tintas Robbialac S.A. adoptou, pelo conhecimento empírico da variabilidade das máquinas, como limites mais e menos 2% do valor nominal. O valor “menos 2%” garante à empresa o cumprimento a nível legal e é este o valor que se deve sempre cumprir. Já o valor “mais 2%” é definido pela empresa para garantir um maior controlo e para prevenir perdas desnecessárias.

Em suma, após determinar a carta de controlo adequada ao processo e definir o sistema de medição, deve-se analisar os resultados, verificando se existem regras que se apliquem. No caso em que se verifiquem uma ou mais regras, conclui-se que o processo está fora de controlo estatístico, observando-se a ocorrência de causas especiais de variação. Deve-se, portanto, investigar qual a causa, ou causas, que motivaram a situação, corrigi-las e voltar a proceder à recolha de amostras de modo a verificar se o problema terá sido corrigido.

2.9. INDICADORES DE DESEMPENHO (OEE)

2.9.1. Contexto

Face à competição global e às crescentes exigências por parte de accionistas, qualquer instalação fabril tem como objectivo tornar-se eficiente ao mesmo tempo que consegue produtos a baixo custo e de boa qualidade. Numa situação ideal, uma fábrica operaria continuamente, na capacidade máxima, com produtos finais de qualidade, ou seja, teria uma eficiência de 100%. Esta intenção surge pela exigência por parte dos clientes na qualidade dos produtos ao melhor preço possível. Na prática, é difícil concretizar estes objectivos uma vez que qualquer instalação fabril tem perdas que por vezes podem ser evitadas e outras não [28, 29].

Cada vez mais, as empresas focam o seu interesse na optimização do seu processo, usando os equipamentos de forma mais eficaz através da manutenção dos mesmos. Assim, é consensual entre vários autores que a manutenção do equipamento é um factor importante que afecta a capacidade da fábrica em produzir produtos de qualidade estando simultaneamente à frente na competição [30]. Torna-se claro que a função da manutenção é vital para que uma instalação fabril sobreviva às condições cada vez mais exigentes do mercado.

Desta forma, cria-se o conceito de Manutenção Produtiva Total, TPM (*Total Productive Maintenance*), introduzido pela primeira vez em 1971 por Seiichi Nakajima [28]. TPM trata-se de uma estratégia para melhorar a eficiência de determinado processo de produção, usando métodos que permitam gerir os recursos já existentes na empresa de forma a produzir produtos de melhor qualidade.

Em 1988, Nakajima definiu TPM como uma “manutenção produtiva com eficiência máxima do equipamento, estabelecendo um sistema minucioso de manutenção preventiva”. Por outro lado, em 1997, Edward Willmott defende que TPM “procura alcançar um desempenho padrão, em termos de eficácia global do equipamento (OEE – *Overall Effectiveness of Equipment*), máquinas e processos”. Já o autor Wireman (1991) defende que TPM é a “manutenção que envolve todos os funcionários de uma empresa desde o nível máximo da gerência até aos operadores” [31].

A TPM procura a situação de produção ideal, sem pausas, defeitos, acidentes ou perdas devido à fraca qualidade do produto. É possível atingir esta situação num contexto em que se pratique a melhoria contínua do processo, envolvendo para isso todos os funcionários da empresa. Para implementar a TPM procura-se reduzir as perdas de uma forma estruturada [28].

O OEE é, então, uma ferramenta que surge de estratégias como a TPM e a *Lean Manufacturing*, com o objectivo de reduzir as perdas inerentes a qualquer processo.

2.9.2. Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção, TPS, segue o conceito de *Lean Manufacturing*, ou seja, a eliminação de desperdícios, com o objectivo de otimizar a produção nas empresas. Deste modo, desenvolveram-se ferramentas, com o objectivo de eliminar/reduzir os desperdícios, durante o fluxo de

produção. A intenção é aumentar a produtividade e obter melhores resultados operacionais e, por consequência, aumentar o desempenho económico-financeiro da empresa [32, 33].

Numa abordagem mais teórica, segundo Shingo, produção constitui “uma rede de processos e operações, fenómenos que se posicionam ao longo de eixos que se intersectam”. Existem, portanto, dois eixos: o eixo do processo e o eixo da operação. O primeiro corresponde ao fluxo das matérias-primas e dos materiais, que se transformam em produtos finais. O eixo da operação refere-se a um fluxo que é centrado no trabalhador, correspondendo aos operadores que interagem com as máquinas e as matérias-primas [32].

Deste modo, é seguro afirmar que o eixo do processo se refere ao fluxo do produto e o eixo da operação ao fluxo do trabalho. Assim, ao realizar a análise de um processo, constata-se que, para aumentar a eficácia operacional dos equipamentos, devem ser realizadas melhorias com base no eixo do processo. Essas melhorias vão actuar nas máquinas que restringem a capacidade da produção, direccionando as acções focadas para o eixo da operação [32].

Por outras palavras, o TPS destaca-se por seguir princípios como redução de tempos *set-up*, minimização de custos, *stock* zero e eliminação de perdas e defeitos (eixo do processo), tendo como principais regras uma abordagem sistemática para resolução de problemas e uma estruturação do planeamento. Esta estruturação permite evitar problemas numa fase inicial e ajuda os operadores a trabalharem de forma a melhorar a produtividade (eixo da operação) [32, 34].

2.9.3. TPM e as Seis Grandes Perdas

TPM surge como complemento a estratégias como Just-In-Time (JIT)², *Lean Manufacturing*³ e Total Quality Management (TQM)⁴ [35]. Constitui-se assim, como uma estratégia comprovada para minimizar os desperdícios oriundos da produção, diminuindo os custos económicos a ela associados, uma vez que permite aos operadores gerir os equipamentos eficazmente [32, 34, 35].

Como já foi referido, a TPM e, consequentemente o OEE, procuram minimizar todas as perdas potenciais de um processo e para tal é necessário analisar as Seis Grandes Perdas. Estas correspondem às causas mais comuns para a ineficiência de um processo e dividem-se em três grandes perdas principais [28, 31]:

1. **Tempo:** equivale a uma redução da disponibilidade da máquina. Corresponde ao tempo em que a máquina deveria estar a produzir mas não está. Refere-se a dois tipos de perda: os tempos de paragens e os tempos de espera. Os tempos de paragens dizem respeito a

²*Just-in-Time* foi uma estratégia introduzida pela primeira vez por Ohno e Shingo como uma técnica para reduzir o desperdício ao longo do processo, otimizando o uso dos recursos, ao não desperdiçar matérias-primas e ao manter os *stocks* no mínimo necessário para manter o processo (*Lean Manufacturing*).

³*Lean Manufacturing* é uma estratégia multidimensional que engloba uma grande variedade de estratégias e práticas como JIT, sistemas de qualidade, gestão de *stocks*, entre outros, num sistema integrado.

⁴*Total Quality Management* tem como objectivo melhorar continuamente e obter produtos de qualidade ao envolver todos os departamentos como manutenção, aprovisionamentos e comercial de forma a cumprir as expectativas do cliente face ao produto. Isto é, esta estratégia foca-se no trabalho em equipa, ao envolver clientes, fornecedores e funcionários para obter produtos de qualidade.

paragens repentinas ou falhas do equipamento, influenciando o tempo de produção. Os tempos de espera correspondem a paragens que podem ser mudanças de formato, manutenção, hora de almoço, entre outros.

2. **Velocidade:** equivale a uma redução no desempenho da máquina, o que implica que a máquina está a operar mas não no seu valor máximo. Há dois tipos: as pequenas paragens e a velocidade reduzida. As pequenas paragens correspondem a pequenas interrupções do processo fazendo com que a máquina não trabalhe a uma velocidade constante. A velocidade reduzida é a diferença entre a velocidade real e a velocidade teórica.
3. **Qualidade:** a perda de qualidade ocorre quando a máquina não produz produtos de qualidade à primeira. As perdas em qualidade podem dividir-se em: produtos rejeitados e produtos retrabalhados. Produtos rejeitados dizem respeito àqueles que não cumprem as especificações do produto final pretendido. Já os produtos retrabalhados também são aqueles que não cumprem as especificações mas podem ser recuperados.

Com a informação anterior, conclui-se que as Seis Grandes Perdas são constituídas por:

- Tempos de paragens
- Tempos de espera
- Pequenas paragens
- Velocidade reduzida
- Produtos rejeitados
- Produtos retrabalhados

A quantificação destas perdas, através do OEE, mostra a diferença entre a produção ideal e a real e possibilita um primeiro passo para a optimização do processo. Ao implementar uma metodologia que permita a identificação das Seis Grandes Perdas torna-se possível um acompanhamento directo e específico do processo, eliminando assim as perdas.

2.9.4. OEE

O conceito de OEE foi introduzido por Nakajima (1988), no contexto da Manutenção Produtiva Total (TPM). É uma medida essencial na formulação e execução da estratégia abordada pela TPM. Esta baseia-se em três conceitos centrais: maximização da eficiência do equipamento, manutenção realizada por operadores e organização de pequenos grupos de melhoria. Por isto, o OEE tem sido adoptado pelas indústrias que procuram assegurar uma elevada disponibilidade dos seus equipamentos. Trata-se de uma ferramenta simples mas poderosa e eficaz na medição da eficácia de um processo. O seu cálculo possibilita informação diária sobre um processo, ao mesmo tempo que indica em qual das Seis Grandes Perdas é necessário intervir [28, 36, 37].

O OEE é uma medida que consiste em três indicadores importantes, a Disponibilidade, o Desempenho e a Qualidade. Numa situação ideal, uma máquina trabalha continuamente, a capacidade máxima, obtendo produtos de qualidade. Estes indicadores permitem, então, saber quanto tempo a máquina esteve a operar, o desempenho durante esse tempo e a percentagem de peças dentro dos parâmetros de qualidade [37]. Deste modo, o OEE podem ser determinado, de uma forma simples, através de:

$$OEE = Disponibilidade \times Desempenho \times Qualidade$$

Equação 6

Contudo, diversos autores defendem que o OEE é utilizado para diferentes fins, não se restringindo à eliminação das perdas e à melhoria da qualidade. Também serve como medida de comparação numa fábrica, ajudando a perceber as diferenças entre as linhas de produção das diferentes máquinas ao comparar os resultados. Assim, permite identificar qual é a máquina que se deve actuar de modo a racionalizar os recursos. Em adição, o OEE permite, ainda, identificar falhas do próprio equipamento, nomeadamente avarias, aumentando assim a vida útil dos mesmos [36].

A forma de aplicação do OEE está sujeita a alterações uma vez que cada instalação fabril tem um processo próprio o qual deve ser contextualizado no instrumento de medida. Por esta razão, encontram-se muitas variantes do termo OEE como por exemplo, eficácia global da fábrica (*Overall Factory Effectiveness* - OFE), eficácia global da unidade fabril (*Overall Plant Effectiveness* - OPE), eficácia global do produto (*Overall Throughput Effectiveness* - OTE), eficácia total do desempenho do equipamento (*Total Equipment Effectiveness Performance* - TEEP) e eficácia do equipamento de produção (*Production Equipment Effectiveness* - PEE) [36].

De acordo com Scott e Pisa (1998), OFE é um indicador de eficácia global da fábrica que integra várias actividades e sistemas de informação inerentes ao processo. Ao passo que o OEE pretende otimizar o processo através do equipamento individual, o OFE engloba a relação entre as diferentes máquinas e processos [36, 38].

O OPE, indicador de eficácia global da unidade fabril, é aplicado para identificar e medir todas as perdas associadas ao processo global de produção [38].

TEEP foi proposto por Ivancic (1998) e é bastante semelhante ao OEE. A principal diferença entre os dois reside no facto deste indicador incluir as Paragens Planeadas no Tempo Planeado de Produção⁵. O seu cálculo obtém-se fazendo o quociente entre o Tempo de Produção e o Tempo Total de Produção [36, 38].

Por fim, o PEE, proposto por Raouf (1994) é, mais uma vez, semelhante ao OEE. A diferença entre estes está no facto do PEE assumir que a Disponibilidade, Desempenho e Qualidade têm pesos diferentes no cálculo final do OEE, enquanto o OEE assume que estes indicadores têm igual peso.

⁵ Ver definições no subcapítulo 2.9.4., páginas 30 e 31.

Embora estes valores variem muito consoante a unidade fabril em causa, existe um padrão pré-estabelecido que mostra as diferentes gamas dos valores que o OEE pode tomar e no que isso significa para a empresa [39]:

OEE de 100% - representa o cenário perfeito: produção de peças não defeituosas, o mais depressa possível, sem paragens.

OEE de 85% - para muitas empresas é um objectivo aceitável a longo prazo.

OEE de 60% - é o valor típico de vários fabricantes, mas indica que não há um grande espaço de manobra para melhorias.

OEE de 40% - comum em empresas que começaram a detectar e melhorar a performance da sua produção. É um valor baixo, podendo, no entanto, ser facilmente melhorado através de medidas que procurem a causa das paragens, por exemplo.

Pela Equação 6, sabe-se que o OEE é obtido através do produto entre Disponibilidade, Desempenho e Qualidade. Para entender melhor estes indicadores e como se calculam, é necessário conhecer primeiro alguns parâmetros.

Tempo Planeado de Produção

O turno laboral na Tintas Robbialac, S.A. tem início às 8h00 e termina às 17h00, com 1h para almoço e 30 minutos de pausa durante a manhã. Ao todo, esta situação corresponde a 9h de trabalho, ou seja, 540 minutos diários (Tempo de Produção Disponível). Contudo, é necessário retirar a hora de almoço e a pausa do Tempo de Produção Disponível, pelo que fica:

$$\text{Tempo Planeado de Produção} = 540 - 60 - 30 = 450 \text{ min.}$$

Equação 7

De um modo geral, o Tempo Planeado de Produção pode, então ser definido por:

$$\text{Tempo Planeado de Produção} = \text{Tempo de Produção Disponível} - \text{Paragens Planeadas}$$

Equação 8

Paragens Planeadas

As Paragens Planeadas consistem em períodos pré-estabelecidos nos quais a máquina não está a trabalhar. No caso concreto da Tintas Robbialac, S.A. correspondem à hora de almoço e a uma pausa de 30 minutos entre as 9h20 e as 9h50. Assim, as Paragens Planeadas consistem em 90 minutos do turno diário.

Paragens Não Planeadas

As Paragens Não Planeadas correspondem a períodos em que a máquina não está a encher mas tal não estava programado. Tendo em conta o tempo já estabelecido em [17] contabilizam-se estas

paragens após 5 minutos de inactividade. Paragens inferiores a 5 minutos denominam-se de microparagens.

Normalmente, podem ser devido a falhas do equipamento, do planeamento ou até mesmo do próprio operador. Este é o parâmetro com maior influência na eficácia do processo.

Tempo de Produção

O Tempo de Produção corresponde ao período em que a máquina está a trabalhar. É traduzido por:

$$\text{Tempo de Produção} = \text{Tempo Planeado de Produção} - \text{Paragens Não Planeadas}$$

Equação 9

Velocidade Teórica

Para obter o valor real do Desempenho e, consequentemente, OEE é necessário otimizar o valor de velocidade real. Por exemplo, ao operar a uma velocidade máxima, podem originar-se paragens porque o robô não acompanha essa velocidade ou porque a bomba/filtro não consegue repor o nível de enchimento a tempo.

O valor de Velocidade Teórica não deve ser definido como um valor máximo mas sim, como um valor ótimo, uma vez que a velocidade ótima da máquina tem de ser aquela que melhor se adapta à cadência do conjunto.

Peças Rejeitadas e Não Rejeitadas

Peças Rejeitadas (Produtos Rejeitados e/ou Retrabalhados) são aquelas cujos parâmetros não cumprem as especificações pretendidas enquanto que as Não Rejeitadas cumprem.

2.9.4.1. Disponibilidade

A Disponibilidade é um indicador que pode ser definido como o tempo em que a máquina está a produzir produtos. O valor é expresso em percentagem e permite uma relação entre o tempo que a máquina está a produzir com o tempo em que a máquina deveria estar a produzir [28, 31].

Assim, um valor inferior a 100% indica que existem quebras no tempo de produção como por exemplo, falta de material, erros/alterações no planeamento, falhas do robô, falta de colaboradores.

O seu cálculo obtém-se fazendo o quociente entre o Tempo de Produção e o Tempo Planeado de Produção:

$$\text{Disponibilidade (\%)} = \frac{\text{Tempo de Produção}}{\text{Tempo Planeado de Produção}} \times 100$$

Equação 10

2.9.4.2. Desempenho

O Desempenho contabiliza o que se obtém na realidade em comparação ao que se devia obter na teoria. Ou seja, dada a velocidade teórica consegue-se estimar o número de peças a ser produzidas. Se a velocidade real for inferior, o número de peças também será inferior e é esta perda de velocidade que é contabilizada pelo indicador Desempenho [28, 31].

Um valor inferior a 100% indica, portanto, uma redução da velocidade que pode ser devido à ineficiência do colaborador, desgaste da máquina, entre outros.

Calcula-se este indicador através de:

$$Desempenho (\%) = \frac{Peças\ Totais}{Velocidade\ Teórica \times Tempo\ de\ Produção} \times 100$$

Equação 11

No caso concreto da Tintas Robbialac S.A. não é possível aplicar este cálculo directamente. Acontece que, ao longo de um turno de trabalho, diferentes formatos são cheios, o que implica diferentes velocidades de enchimento. Como tal, o cálculo do Desempenho diário não pode ser feito em conjunto, é necessário separar os formatos. Posto isto, foi necessário introduzir dois parâmetros: as Peças Produzidas e as Peças Esperadas.

As Peças Produzidas correspondem simplesmente ao número total de embalagens cheias de determinado formato. Já as Peças Esperadas consistem na soma do produto entre a Velocidade Teórica e o Tempo de Produção para determinado formato, isto é:

$$Peças\ Esperadas = \sum_{i=1}^n Velocidade\ Teórica_i \times Tempo\ de\ Produção_i$$

Equação 12

Sendo que “n” corresponde ao número de diferentes formatos cheios no dia em análise.

Assim, o Desempenho é traduzido por:

$$Desempenho (\%) = \frac{\sum Peças\ Produzidas}{\sum Peças\ Esperadas} \times 100$$

Equação 13

2.9.4.3. Qualidade

A Qualidade corresponde, simplesmente, aos produtos finais que cumprem as especificações pretendidas. Por outras palavras, este indicador contabiliza as perdas na produção, incluindo os produtos rejeitados e os retrabalhados.

É traduzido por:

$$Qualidade (\%) = \frac{Peças Totais - Peças Rejeitadas}{Peças Totais} \times 100$$

Equação 14

Para efeitos de cálculo optou-se por definir a Qualidade como sendo sempre 100%. À luz do exemplo fornecido em [17], constata-se que dado o elevado número de embalagens que se enchem por lote, uma, duas ou até mesmo três embalagens rejeitadas não interferem significativamente no valor final da Qualidade.

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

3.1. CONTROLO ESTATÍSTICO DE PROCESSOS

Ao longo dos meses Setembro, Outubro, Novembro e Janeiro, acompanhou-se o enchimento de diferentes lotes e recolheram-se os pesos das diversas embalagens, nas máquinas de enchimento 2, 3 e 6.

Numa primeira análise procurou-se verificar a existência de causas especiais de variação, ou seja, analisar se o processo está ou não sob controlo estatístico. Posteriormente compararam-se as diferentes máquinas tendo em conta o desempenho que apresentam no enchimento dos diferentes formatos.

Os limites superior e inferior foram definidos como mais e menos 2%, respectivamente, do peso nominal, como já foi referido no subcapítulo 2.8.3.

É importante referir que neste capítulo apresentam-se gráficos representativos, por forma a ilustrar as conclusões a que se chegou. Note-se que as conclusões tiradas não foram baseadas apenas nestes gráficos. Contudo, optou-se por não colocar aqui os restantes, uma vez que se tornaria um capítulo muito exaustivo.

Máquina de enchimento 2

Escolheu-se de entre os registos efectuados com a máquina de enchimento 2, um gráfico por cada formato, os quais se apresentam de seguida.

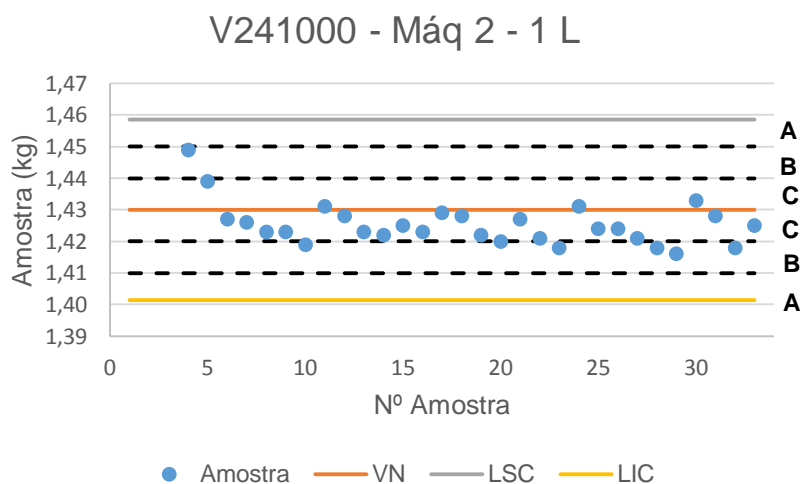


Figura 10 - CEP da máquina de enchimento 2, formato 1 L.

Tabela 8 – Limites de controle e Desvio-Padrão das amostras da Figura 10.

Quantidade Nominal (kg)	1,43
Desvio Padrão - σ	$\pm 0,03$
Limite Superior (kg)	1,46
Limite Inferior (kg)	1,40

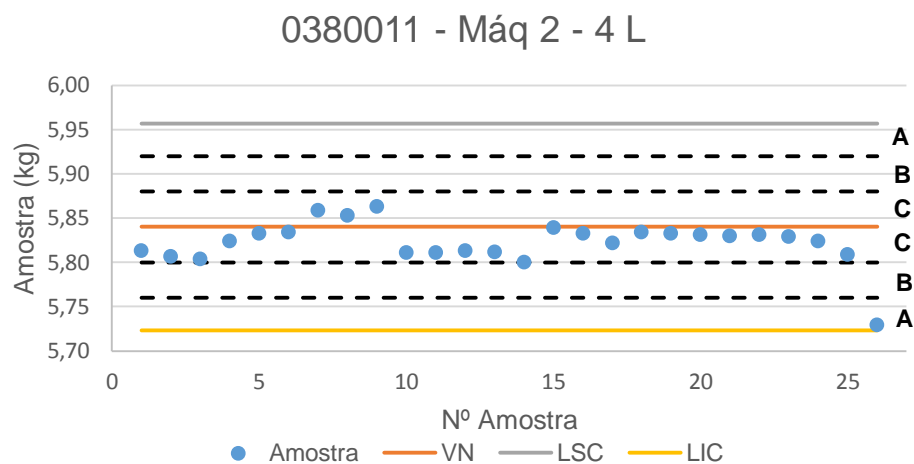


Figura 11 - CEP da máquina de enchimento 2, formato 4 L.

Tabela 9 – Limites de controle e Desvio-Padrão das amostras da Figura 11.

Quantidade Nominal (kg)	5,84
Desvio Padrão - σ	$\pm 0,12$
Limite Superior (kg)	5,96
Limite Inferior (kg)	5,72

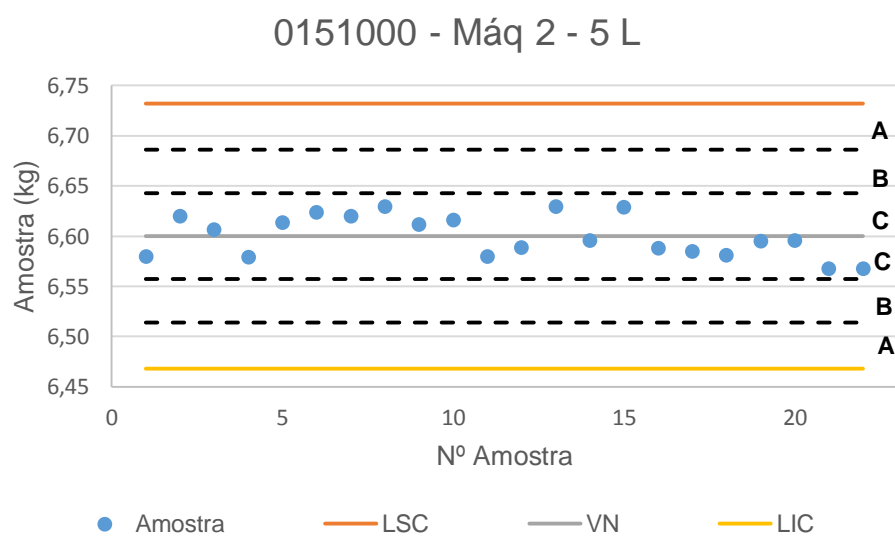


Figura 12 - CEP da máquina de enchimento 2, formato 5 L.

Tabela 10 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 12.

Quantidade Nominal (kg)	6,60
Desvio Padrão - σ	$\pm 0,13$
Limite Superior (kg)	6,73
Limite Inferior (kg)	6,47

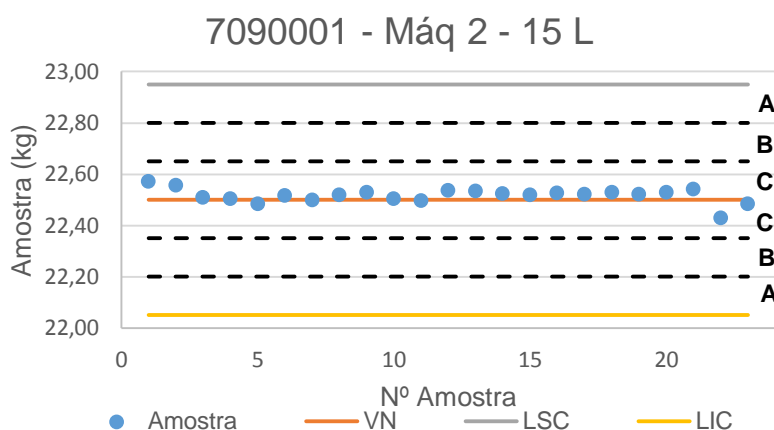


Figura 13 - CEP da máquina de enchimento 2, formato 15 L.

Tabela 11 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 13.

Quantidade Nominal (kg)	22,50
Desvio Padrão - σ	$\pm 0,45$
Limite Superior (kg)	22,95
Limite Inferior (kg)	22,05

Com os gráficos obtidos, foi feita uma análise que permitisse identificar causas especiais de variação, ou seja, verificar se cumprem alguma das oito regras.

Figura 10: regras 3, 5 e 6.

Figura 11: regra 2.

Figura 12: regras 4 e 7.

Figura 13: regras 2 e 7.

Como se pode ver, todos os gráficos contemplam pelo menos uma das oito regras, pelo que existem causas especiais de variação que devem ser corrigidas. Conclui-se assim, que o processo está fora de controlo estatístico.

Por outro lado, verifica-se que se consegue um melhor desempenho da máquina 2 quando se tem formatos maiores. Isto é, para formatos de 1 L, 4 L e 5 L, existe uma maior variabilidade nos valores registados, ainda que dentro dos limites de controlo. A máquina é, portanto, mais adequada para formatos maiores.

Existe uma tendência, quando se está a chegar ao fim do lote, de diminuir o peso, sem que o colaborador altere nas definições. Este fenómeno pode estar associado a diversas causas, nomeadamente, a falta de pressão na banheira por diminuição da quantidade de produto existente, a influência do ar comprimido, entre outros. Seria importante, se, com o recurso ao *software ACCEPT*, esta tendência se continuar a verificar, investigar as causas da mesma e actuar sobre elas.

Máquina de enchimento 3

Do mesmo modo que anteriormente, escolheram-se de entre os registos efectuados com a máquina de enchimento 3, um gráfico por cada formato, os quais se apresentam de seguida.

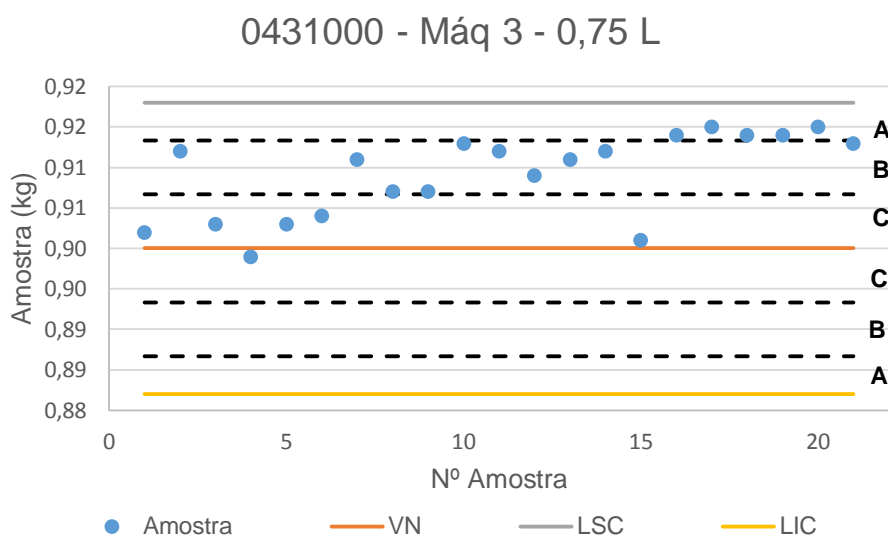


Figura 14 - CEP da máquina de enchimento 3, formato ¾ L.

Tabela 12 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 14.

Quantidade Nominal (kg)	0,90
Desvio Padrão - σ	$\pm 0,02$
Limite Superior (kg)	0,92
Limite Inferior (kg)	0,88

0641000 - Máq 3 - 1L

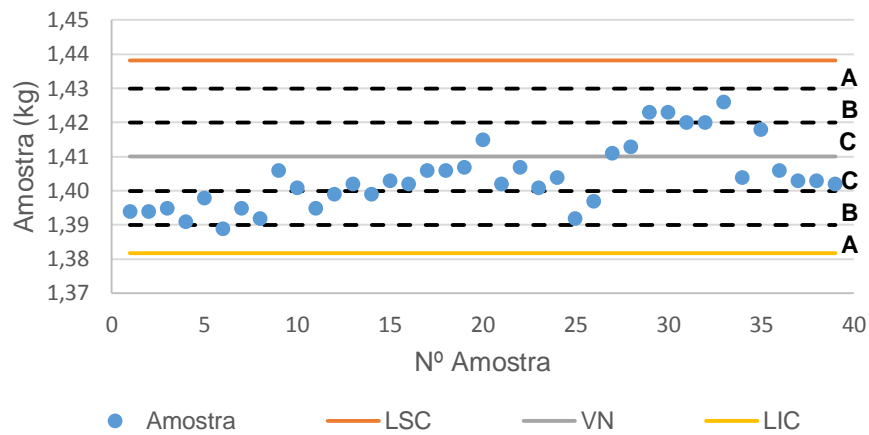


Figura 15 - CEP da máquina de enchimento 3, formato 1 L.

Tabela 13 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 15.

Quantidade Nominal (kg)	1,41
Desvio Padrão - σ	$\pm 0,03$
Limite Superior (kg)	1,44
Limite Inferior (kg)	1,38

V908002 - Máq 3 - 4 L

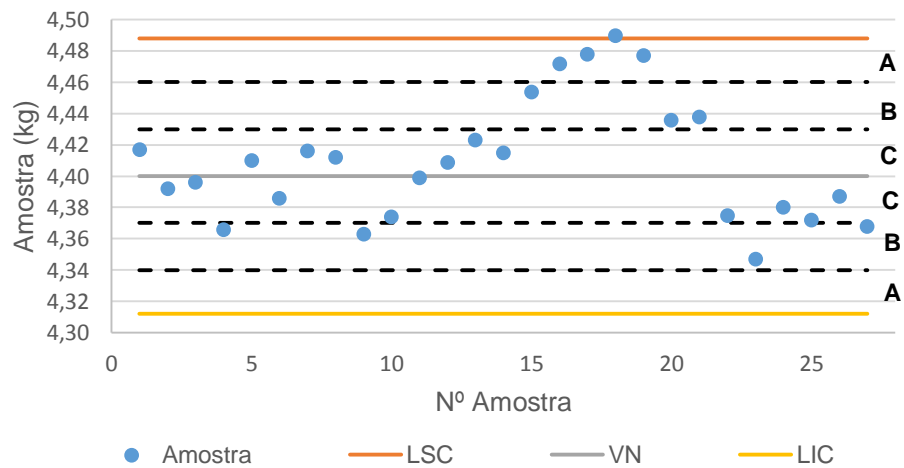


Figura 16 - CEP da máquina de enchimento 3, formato 4 L.

Tabela 14 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 16.

Quantidade Nominal (kg)	4,40
Desvio Padrão - σ	$\pm 0,09$
Limite Superior (kg)	4,49
Limite Inferior (kg)	4,31

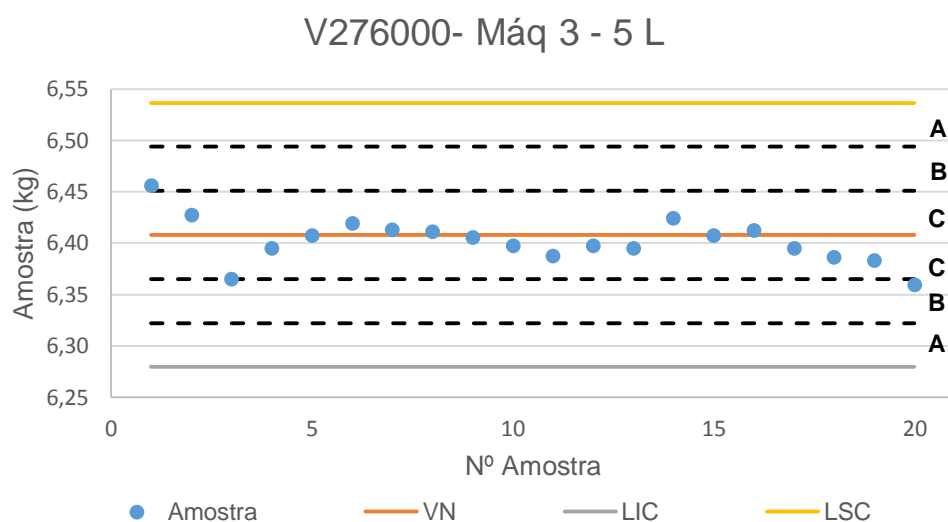


Figura 17 - CEP da máquina de enchimento 3, formato 5 L.

Tabela 15 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 17.

Quantidade Nominal (kg)	6,41
Desvio Padrão - σ	$\pm 0,13$
Limite Superior (kg)	6,54
Limite Inferior (kg)	6,28

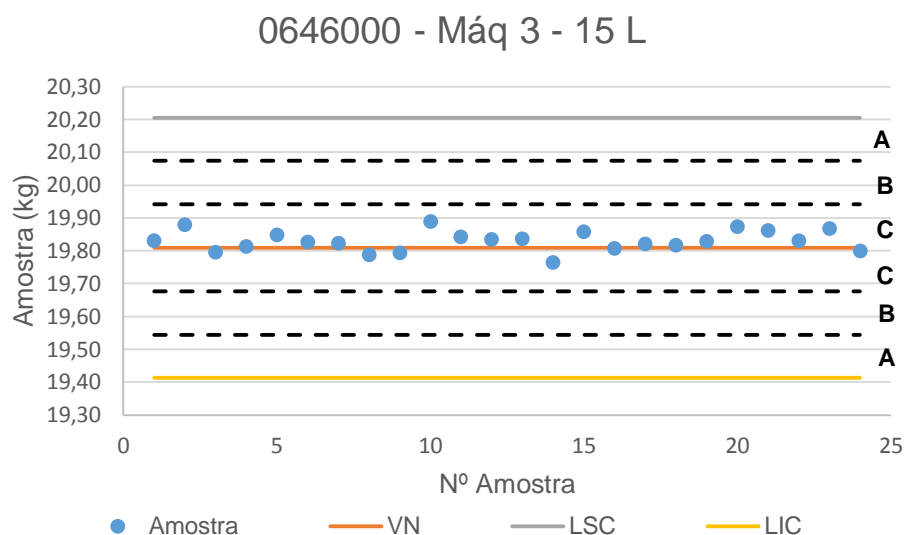


Figura 18 - CEP da máquina de enchimento 3, formato 15 L.

Tabela 16 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 18.

Quantidade Nominal (kg)	19,81
Desvio Padrão - σ	$\pm 0,40$
Limite Superior (kg)	20,21
Limite Inferior (kg)	19,41

Seguindo o raciocínio aplicado aos gráficos da máquina de enchimento 2, efectuou-se uma análise para detectar causas especiais de variação, verificando se cada carta contemplava alguma das oito regras.

Figura 14: regra 2.

Figura 15: regras 2, 3 e 6.

Figura 16: regras 1, 2 e 5.

Figura 17: regras 3 e 7.

Figura 18: regras 4 e 7.

Como se pode ver, todos os gráficos contemplam pelo menos uma das oito regras, pelo que existem causas especiais de variação que devem ser corrigidas. Conclui-se assim, que o processo está fora de controlo estatístico.

Analogamente à máquina de enchimento 2, constata-se que a máquina de enchimento 3 tem um melhor desempenho quando enche formatos maiores, uma vez que apresenta menor variabilidade nestes casos. Verificam-se grandes oscilações nos formatos $\frac{3}{4}$ L, 1 L e 4 L, concluindo-se também que a máquina 3 é mais adequada para formatos maiores.

Máquina 2 vs Máquina 3

As Figuras 19 e 20 permitem fazer uma pequena comparação entre as máquinas de enchimento 2 e 3 no que diz respeito ao enchimento de formatos pequenos. Verifica-se que ambas apresentam uma grande variabilidade, considerando a amostra estudada. Contudo, essa variabilidade é menos evidente nos registos da máquina 2, o que leva a concluir que, em relação à máquina 3, esta será mais adequada para formatos pequenos.

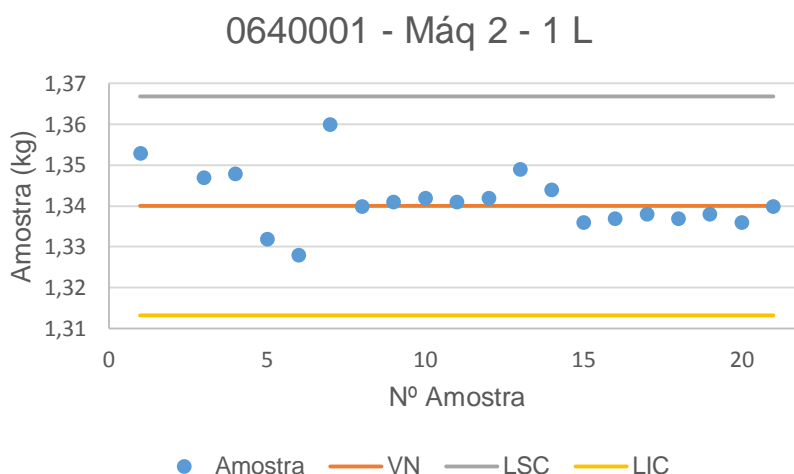


Figura 19 – CEP da máquina de enchimento 2, formato 1 L.

Tabela 17 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 19.

Quantidade Nominal (kg)	1,34
Desvio Padrão - σ	$\pm 0,03$
Limite Superior (kg)	1,37
Limite Inferior (kg)	1,31

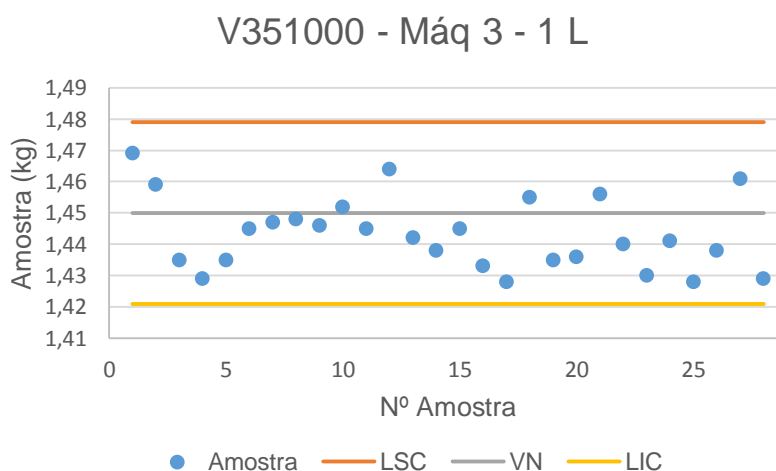


Figura 20 – CEP da máquina de enchimento 3, formato 1 L.

Tabela 18 – Limites de controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 20.

Quantidade Nominal (kg)	1,45
Desvio Padrão - σ	$\pm 0,03$
Limite Superior (kg)	1,48
Limite Inferior (kg)	1,42

Máquina 6

Da mesma forma que anteriormente, escolheram-se de entre os registos efectuados na máquina de enchimento 6, um gráfico por cada formato. É de salientar que esta máquina apenas enche formatos de 0,75 L e 4 L. Os gráficos e as respectivas tabelas com os limites e desvios-padrão apresentam-se de seguida.

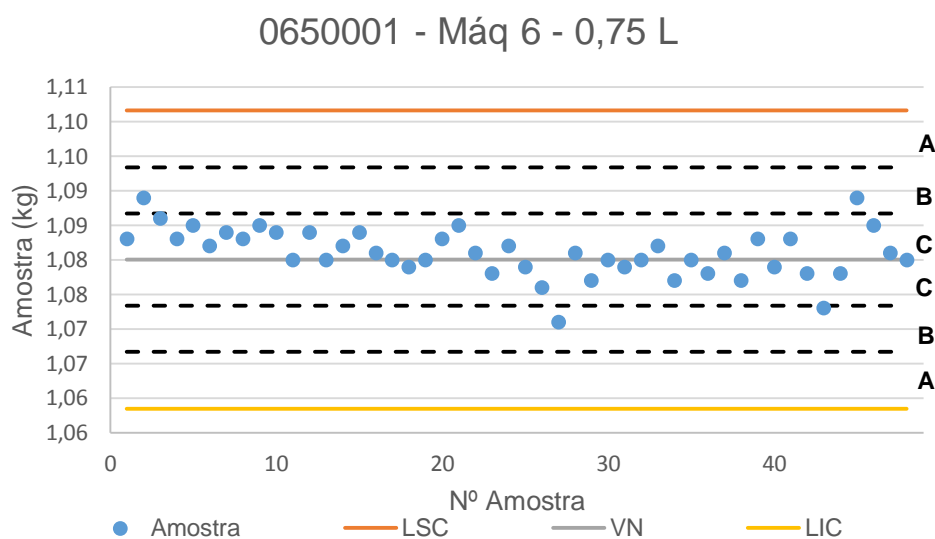


Figura 21 - CEP da máquina de enchimento 6, formato 0,75 L.

Tabela 19 – Limites de Controlo e Desvio-Padrão das amostras da Figura 21.

Quantidade Nominal (kg)	1,08
Desvio Padrão - σ	$\pm 0,02$
Limite Superior (kg)	1,10
Limite Inferior (kg)	1,06

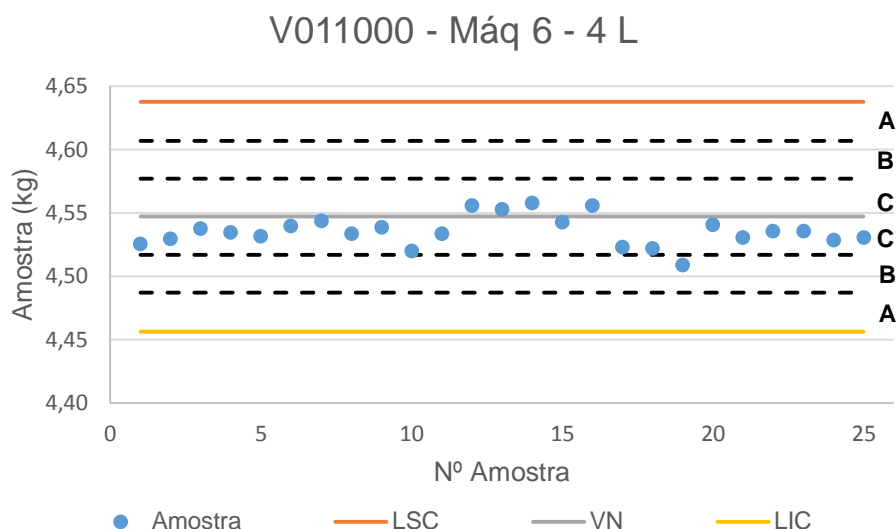


Figura 22 - CEP da máquina de enchimento 6, formato 4 L.

Tabela 20 – Limites de Controle e Desvio-Padrão das amostras da Figura 22.

Quantidade Nominal (kg)	4,55
Desvio Padrão - σ	$\pm 0,09$
Limite Superior (kg)	4,64
Limite Inferior (kg)	4,46

Procedendo-se à análise das causas especiais de variação verifica-se que a Figura 21 cumpre as regras 2, 4 e 7 e a Figura 22 cumpre as regras 2 e 4. Deste modo, conclui-se que o processo está fora de controle estatístico.

As Figuras 21 e 22 mostram como a máquina de enchimento 6 é mais adequada para formatos pequenos. Em ambos os casos, esta apresenta pouca variabilidade no que toca ao peso das embalagens.

Com esta informação, e conhecendo o comportamento das máquinas de enchimento 2 e 3, é fácil concluir que seria bastante vantajoso ter esta máquina em linha. Essa proposta foi feita em [16] por um antigo estagiário da Robbialac, a qual entrará em vigor este ano.

Ao colocar a máquina de enchimento 6 em linha, um T será acoplado na tubagem correspondente a cada enchimento. Isto irá permitir que se possa encher, em máquinas diferentes, formatos pequenos e grandes do mesmo lote ao mesmo tempo.

Para além da vantagem inicial de permitir que formatos pequenos sejam cheios pela máquina de enchimento 6, esta solução irá permitir reduzir os tempos de Operação de Preparação, uma vez que não será necessário trocar tantas vezes de formato nas máquinas que enchem os formatos maiores.



Figura 23 – Tubagens da Zona de Enchimento 1.

3.2. INDICADORES DE DESEMPENHO – OEE

Ao longo dos meses Setembro, Outubro, Novembro e Janeiro registaram-se os OEE das máquinas de enchimento 2, 3 e 6. Estes foram calculados com o auxílio da ferramenta *EXCEL*, apresentando-se no Anexo B uma folha tipo. Nesta folha eram inseridos diversos dados, nomeadamente:

- O período de enchimento por formato, sendo que a sua soma teria que corresponder às 9h do turno diário;
- As Paragens Planeadas, que correspondiam a 30 minutos da pausa da manhã e 60 minutos da hora de almoço;
- As Paragens Não Planeadas, as quais eram registadas manualmente, quando se acompanhava o enchimento em determinada máquina;
- A velocidade de operação da máquina de enchimento para o respectivo formato;
- O número total de embalagens cheias.

Com estes dados é, então, possível determinar, manualmente, o OEE diário por máquina. As Figuras 24, 25 e 26 apresentam o resultado desses registos, bem como os valores de Disponibilidade e Desempenho, em %. Optou-se por não incluir a Qualidade uma vez que esta é considerada como 100% em qualquer caso.

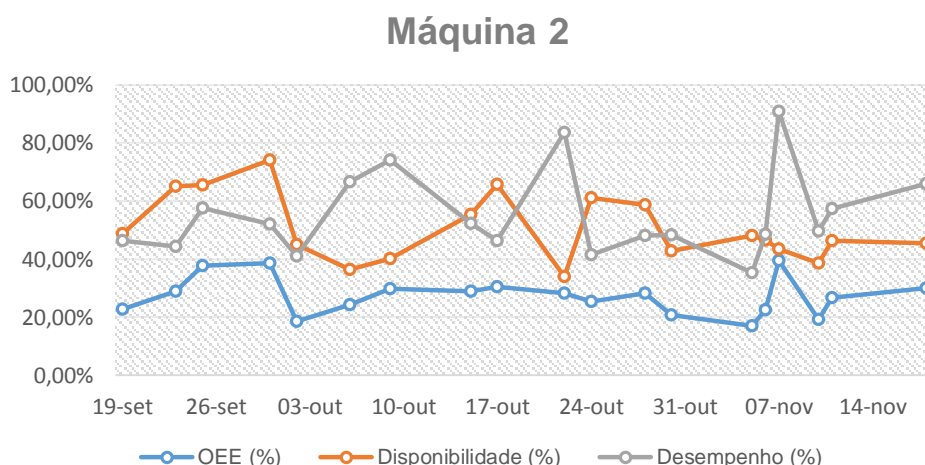


Figura 24 – Indicadores dos meses de Setembro, Outubro e Novembro, máquina de enchimento 2.

Máquina 3

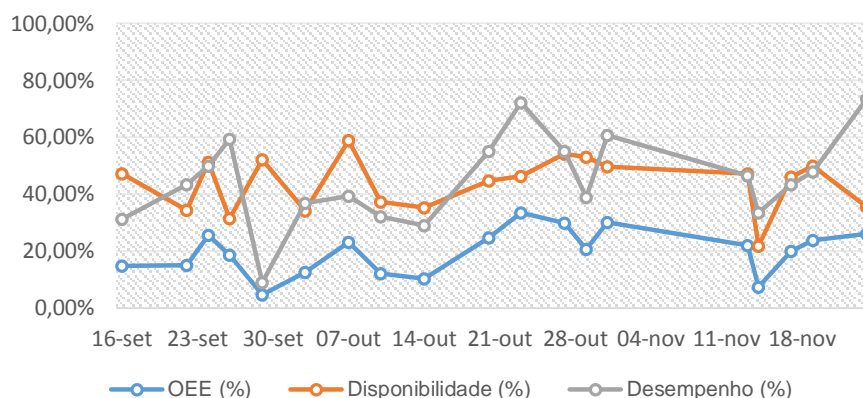


Figura 25 – Indicadores dos meses de Setembro, Outubro e Novembro, máquina de enchimento 3.

Pela Figura 24, observa-se que para a máquina de enchimento 2 os valores de OEE variam entre, aproximadamente, 20% e 40%. Já na Figura 25, esses valores estão entre 5% e 30%. Este facto leva a constatar que os OEE obtidos na máquina de enchimento 2 são melhores que os obtidos na máquina de enchimento 3. As explicações para este facto são diversas.

Primeiro, a máquina de enchimento 2 encontra-se mais próxima do robô, o que possibilita uma intervenção imediata na prevenção de algum derrame ou mesmo na sua limpeza. Já a máquina de enchimento 3, encontra-se mais afastada do robô e o controlo do mesmo é feito através de um ecrã que se encontra perto da máquina.

Segundo, para ligar a máquina de enchimento 2 aos depósitos é mais fácil do que no caso da máquina de enchimento 3 que se encontra mais afastada dos mesmos. De certa forma, este problema já não faz sentido uma vez que já se procedeu à instalação de tubagens fixas. Contudo, os dados de OEE em Setembro, Outubro e inícios de Novembro, ainda contemplam esta questão.

Terceiro, a máquina de enchimento 2, geralmente, tem menor variabilidade de formatos que a máquina de enchimento 3, isto é, a máquina de enchimento 3 enche com mais frequência formatos mais pequenos como 0,75 L ou 1 L enquanto que a 2 enche com mais frequência formatos de 15 L, por exemplo.

Por fim, a localização da máquina 2 encontra-se perto da entrada do empilhador, sendo, portanto mais fácil de fazer chegar o material para encher, bem como a limpeza do mesmo quando se conclui um enchimento.

Para além das definições apresentadas no capítulo 2.9.4, procedeu-se a uma análise mais objectiva, tendo em conta as fórmulas destes indicadores. Numa análise mais pormenorizada das Figuras 24 e 25, constata-se que o Desempenho atinge, algumas vezes, um valor mais elevado que a Disponibilidade, resultando assim que esta última seja aquela que mais afecta o valor do OEE. Aliás, verifica-se mesmo que a linha azul, do OEE, acompanha quase perfeitamente a linha cor-de-laranja, a Disponibilidade.

Como já foi referido na parte teórica a Disponibilidade é traduzida por:

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ de\ Produção}{Tempo\ Planeado\ de\ Produção}$$

Equação 15

Deste modo, observa-se que o Tempo de Produção será aquele que afecta o valor da Disponibilidade, uma vez que o Tempo Planeado de Produção é sempre igual. O Tempo de Produção, como já foi referido, é a diferença entre o Tempo Planeado de Produção e as Paragens Não Planeadas. Logo, conclui-se que as razões que mais afectam os valores obtidos de Disponibilidade são devidas ao desempenho dos colaboradores ou devido a erros técnicos, tanto nas máquinas e/ou robôs, como no planeamento semanal. Quanto ao Desempenho, este é indirectamente influenciado pelas Paragens Não Planeadas uma vez que depende do Tempo de Produção, como se vê na Equação 11 do subcapítulo 2.9.4.2. Estas Paragens Não Planeadas serão analisadas com mais detalhe no subcapítulo 3.2.3.

Não foi possível obter-se uma gama vasta de valores de OEE, Disponibilidade e Desempenho para a máquina de enchimento 6 uma vez que esta recolha teve início em Janeiro. Ainda assim, os valores obtidos permitem tirar algumas conclusões sobre o desempenho desta máquina.

Os valores de OEE situam-se entre 12% e 36%. Seria de esperar que os resultados fossem melhores, uma vez que esta máquina não se encontra em linha e, portanto, não tem a influência das paragens associadas ao robô. Contudo, no período estudado existiu um problema no contador da máquina que afectou o controlo das pesagens em 3 dias. Em consequência, o tempo de Paragens Não Planeadas aumentou e, portanto, o valor do OEE foi afectado. Uma análise mais detalhada sobre estas paragens é feita no subcapítulo 3.2.3.4.

Na Figura 26 é evidente que a Disponibilidade afectou bastante os valores de OEE uma vez que o Desempenho mantém valores altos, entre os 60% e 80%, exceptuando o último ponto recolhido. Mais uma vez, este facto será devido à influência das Paragens Não Planeadas, as quais contemplam causas como o planeamento semanal e problemas técnicos com a máquina.

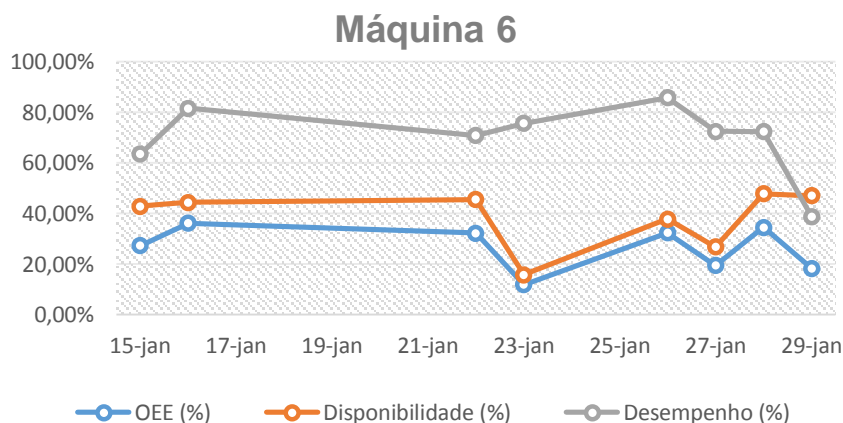


Figura 26 – Indicadores no mês de Janeiro, máquina de enchimento 6.

3.2.1 Análise Diária

Com a instalação do *software ACCEPT*, um dos aspectos que se pretende é poder visualizar no ecrã, que irá estar disponível em cada máquina de enchimento, um gráfico simples de interpretar e que dê uma ideia do comportamento do operador no respectivo dia, como ilustrado na Figura 27.

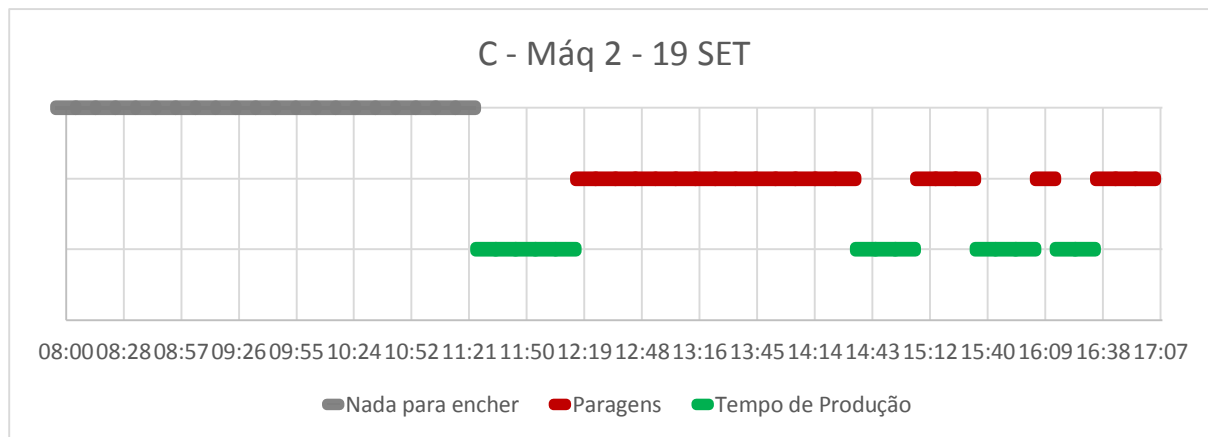


Figura 27 – OEE diário da máquina de enchimento 2.

Como a legenda indica na Figura 27, a cinzento assinala-se “Nada para Encher”, a vermelho as “Paragens” e a verde o “Tempo de Produção”. Note-se que “C” é uma notação para o colaborador que está a operar na máquina.

Na análise deste tipo de gráfico existem, à partida, duas vantagens evidentes. Por um lado, possibilita a um encarregado superior averiguar a evolução do trabalho do colaborador ao longo do turno, tornando possível uma intervenção imediata, ao invés de analisar um relatório semanal ou mensal, tomando uma decisão posteriormente. Por outro lado, possibilita aos próprios colaboradores, uma comparação entre si, podendo incitar um espírito competitivo e saudável entre estes.

3.2.2. Velocidades Teóricas Óptimas

Como já foi referido, para obter o valor do OEE é necessário otimizar o valor de velocidade real. Este valor não deve ser definido como um valor máximo mas sim, como um valor óptimo.

A análise das velocidades foi feita em simultâneo com a análise do OEE das máquinas de enchimento, pelo que os valores de velocidade utilizados no cálculo do OEE foram adaptados de [17] e encontram-se na Tabela 21:

Tabela 21 – Velocidade teórica dos diferentes formatos [17].

Formato (L)	Velocidade teórica (emb/min)
3/4	21
1	18
4	15
5	14
10	20
15	8
20	7

Na empresa Tintas Robbialac, S.A., mais concretamente na Zona de Enchimento 1, são, essencialmente, cheias quatro tipos de tinta: Texturada, Membrana, Primário e Plástica lisa. Estas tintas têm diferentes viscosidades fazendo com que a velocidade entre estes materiais varie consideravelmente. Por exemplo, uma tinta plástica lisa é menos densa e menos viscosa que uma texturada, o que faz com que, tendo o mesmo formato, a velocidade de enchimento entre estas seja diferente.

Normalmente, a velocidade é maior nas tintas plásticas lisas, quando comparadas com tintas de Membrana e com Primários. Por sua vez, as tintas de Membrana têm velocidade superior às tintas Texturadas uma vez que estas são as mais densas dos quatro tipos estudados.

Uma análise por máquina e tipo de tinta é mais rigorosa que uma análise geral que englobe todos os casos. Foi neste sentido que se procedeu à recolha das velocidades por máquina de enchimento (1, 2, 3 e 6), tipo de tinta e formato.

Para efectuar esta recolha, com o cronómetro contou-se o número de embalagens cheias durante um minuto, num período em que a máquina trabalhasse sem interrupções. É importante referir que estes valores foram obtidos para diferentes produtos dentro do mesmo formato. Esses valores foram posteriormente registados.

Nos casos em que o valor de velocidade era variável, aplicou-se a moda quando possível. Quando não era possível aplicar a moda, foi feita uma estimativa tendo em conta os valores obtidos em [17]. É importante referir que a máquina 2, normalmente, não enche formatos de 0,75 L, pelo que se assumiu a velocidade da máquina 3 para esse formato.

Nas Tabelas 22, 23, 24 e 25 resumem-se os valores de velocidade estabelecidos, após a análise dos dados recolhidos, para cada tipo de tinta e para cada máquina de enchimento.

Tabela 22 – Velocidades de enchimento para a máquina 1.

Máquina 1		
Produto	5 L	15 L
Tintas Texturadas	5	4

Tabela 23 – Velocidades de enchimento para a máquina 2.

Máquina 2						
Produto	0,75 L	1 L	4 L	5 L	10 L	15 L
Branco e Bases lisas	21	21	14	16	-	7
Membranas	-	-	-	14	-	6
Primários	-	-	13	-	-	6
Magico	-	-	7	-	9	-

Tabela 24 – Velocidades de enchimento para a máquina 3.

Máquina 3					
Produto	0,75 L	1 L	4 L	5 L	15 L
Branco e Bases lisas	21	16	14	15	8
Primários	18	-	14	-	9

Tabela 25 – Velocidades de enchimento da máquina 6.

Máquina 6		
Produto	0,75 L	4 L
Branco e Bases Lisas	15	9

Recolheram-se dados apenas das máquinas 2, 3 e 6 visto que a análise do CEP e OEE incidiu nestas máquinas. Os dados obtidos para a máquina 1 foram recolhidos numa fase inicial do estágio, para obter o valor de velocidade para este tipo de tinta e mostrar como as velocidades entre tipos variam.

Nos registos efectuados encontraram-se muitas incoerências nos valores de velocidade obtidos, tendo sido precisa uma análise baseada no valores estabelecidos em [17] (Tabela 21) para encontrar o valor óptimo de velocidade. As razões por detrás destas diferenças são essencialmente devido às máquinas e aos colaboradores que nelas operam.

Em primeiro lugar, tratando-se de duas máquinas diferentes é normal apresentarem à partida velocidades máximas diferentes, tendo o colaborador de ajustar a velocidade óptima consoante o produto e formato que está a encher.

Por outro lado, é evidente uma diferença entre os valores de velocidade observados para as máquinas 2 e 3. Ao longo dos registos efectuados, essa diferença observa-se na mudança de colaborador, que pode ser menos ou mais rigoroso e cuidadoso no trabalho que efectua. Por exemplo, a máquina por vezes opera a uma velocidade superior, causando paragens na linha devido ao robô ou deixando as embalagens com salpicos. Um colaborador mais experiente, neste caso, procura a velocidade óptima, em detrimento de uma velocidade máxima, enquanto que outro colaborador pode optar por uma velocidade que não corresponda ao valor óptimo.

Conclui-se assim que a influência do colaborador que está a operar a máquina é crucial na determinação do valor óptimo de velocidade.

Deste modo, após estabelecer estes valores de velocidade, é necessário uma sensibilização dos colaboradores para usarem estes valores sempre que possível, por forma a trabalhar nas melhores condições possíveis e a aumentar a eficácia do processo.

3.2.3. Análise das Paragens Não Planeadas

O enchimento de um lote compreende três fases principais, a operação de preparação, o enchimento em si e a operação de limpeza. Como já foi referido, um processo de enchimento tem associadas diversas paragens não planeadas, inerentes ao processo, uma vez que envolve a componente humana e a componente técnica (máquinas de enchimento, robôs, etc). Visto que estas paragens influenciam a medição do OEE da máquina, definiram-se em [17] seis categorias abrangentes, de modo a possibilitar uma recolha simples das suas causas. Estas dividem-se em:

- ✓ Operação de Preparação
- ✓ Problemas de Filtração
- ✓ Avaria/Manutenção do Robô
- ✓ Pausa
- ✓ Outros
- ✓ Operação de Limpeza/Derrames

Com base nestas informações, procedeu-se ao registo manual das paragens e as suas respectivas causas, chegando-se a diversas conclusões.

Na Figura 28 apresentam-se os resultados obtidos para a máquina de enchimento 2.

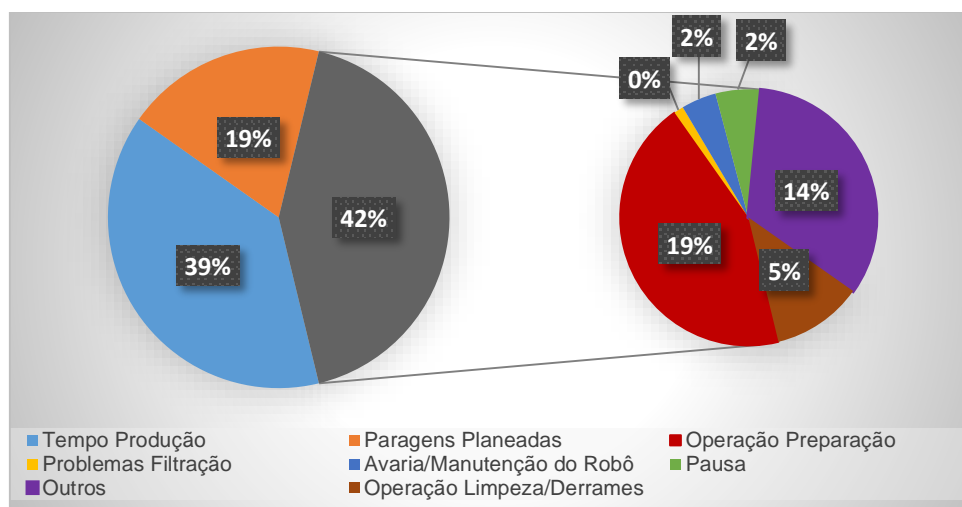


Figura 28 – Paragens não Planeadas da máquina de enchimento 2 nos meses de Setembro e Outubro.

Como se pode ver, as Paragens Não Planeadas representam 42% do turno diário, sendo que 39% corresponde ao Tempo de Produção e 19% às Paragens Planeadas. O valor de 42% é muito elevado, representando quase metade do turno diário, afectando assim a eficácia do processo.

De entre as categorias definidas em [17], constata-se que a que detém maior quota é a da “Operação de Preparação”, 19%. Posteriormente, analisando com mais atenção a Figura 28, verifica-se que a categoria “Outros” detém uma percentagem de 14%, o que é bastante significativo tendo em conta os valores apresentados. Este resultado levou à conclusão de que seria necessário efectuar um estudo mais detalhado das causas incluídas nos “Outros”, por forma a tentar perceber se é necessário mudar

as categorias e em que causas se deve ou pode actuar. Por fim, destaca-se também, a “Operação de Limpeza” que representa 5% do turno diário.

Na Figura 29 apresentam-se os resultados obtidos para a máquina de enchimento 3.

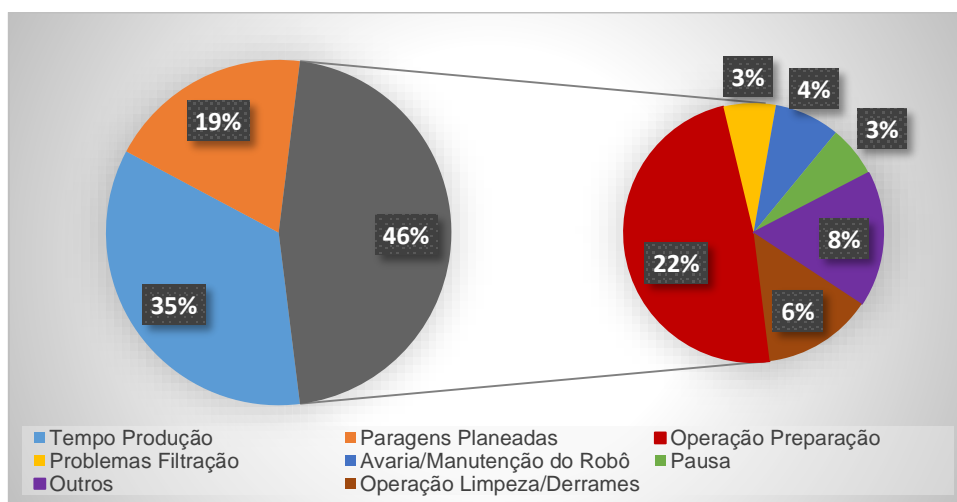


Figura 29 – Paragens não Planeadas da máquina de enchimento 3 nos meses de Setembro e Outubro.

Analisando a Figura 29, verifica-se que os resultados são muito semelhantes aos da máquina 2. Novamente, as Paragens Não Planeadas representam quase metade do turno diário, 46%, o Tempo de Produção 35% e as Paragens Planeadas, 19%. De entre as Paragens Não Planeadas, destaca-se novamente a “Operação de Preparação” com 22%, seguida por “Outros” com 8% e a “Operação de Limpeza” com 6%.

Perante os resultados obtidos, concluiu-se que seria necessário um estudo mais direccionado para estas três categorias, de forma a investigá-las e minimizá-las.

3.2.3.1. Operação de Preparação

Para melhor compreender onde actuar, é necessário conhecer os passos referentes a esta categoria, para poder identificar aqueles que mais contribuem para os resultados obtidos.

A operação de preparação é constituída, sensivelmente, pelos passos da Tabela 26. Decidiu-se colocar uma nota referente ao tempo estimado com o fim de tentar perceber quais seriam as acções que se poderiam alterar, reduzindo os tempos de *set-up*.

Tabela 26 – Passos referentes à Operação de Preparação.

Acção	Tempo estimado
1. Folha de Lote	variável
2. Buscar Material	variável
3. Afinar Máquina para o formato:	
3.1. Guias do tapete	curto
3.2. Tampador	curto
3.3. Nível do enchimento	curto
4. Robô:	
4.1. Código do lote	curto
4.2. Guias tapete	curto
5. Lote no carimbo	curto
6. Ligar bomba ao depósito e homogeneizar	médio - longo
7. Filtro na bomba	médio - curto
8. Tara e acerto do peso	curto

É de salientar que estes pontos podem não ser seguidos por esta ordem, uma vez que isso depende do colaborador. Note-se também que a amostra de enchimento é recolhida durante o enchimento e levada para o laboratório de controlo e qualidade.

Como a Tabela 26 indica, os pontos 1, 2, 6 e 7 são aqueles que são possíveis de se efectuar alterações. Os outros são de duração relativamente curta, pelo que uma alteração nestes não iria dar uma contribuição significativa no resultado final.

Definiu-se o ponto 1 como variável uma vez que este depende de departamentos diferentes da zona de enchimento 1 (ZE1), isto é, depende da aprovação por parte do laboratório de controlo e qualidade e/ou da disponibilidade do chefe de secção em fornecer a folha de lote.

O ponto 2 também é variável porque depende da coordenação entre o planeamento da semana e a secção da rotulagem. Muitas vezes acontece ter lotes aprovados para encher mas, não existirem, ou serem insuficientes, embalagens devidamente rotuladas para tal.

Como primeira sugestão, pensou-se em contratar mais um colaborador que desempenhasse as funções descritas nesses pontos, reduzindo assim o tempo gasto na Operação de Preparação. O tempo médio para a Operação de Preparação, entre os colaboradores da zona de enchimento 1, foi estimado em 40 minutos. Deste modo, decidiu-se averiguar a influência de uma redução de 20 minutos, ao contratar mais um colaborador que se encarregasse dessa tarefa.

Uma vez que esta sugestão implica um custo adicional, é necessário verificar se se justifica em termos de produtividade do processo e de custos para a empresa. Este estudo é apresentado no subcapítulo 3.2.4.

Outra sugestão que se apresenta é a mudança do horário do turno de trabalho. Analisando o comportamento diário geral dos colaboradores, verifica-se que há uma tendência para diminuir o ritmo de trabalho a partir das 16h20, 16h30. Isto porque ou se aproxima a hora de saída, e os colaboradores tendem a estender e deixar o lote para o turno da noite ou para o dia a seguir, ou porque acabam o lote que estavam a encher. Para contrariar a primeira tendência, pensou-se que começando mais cedo o turno, e tendo apenas 30 minutos de almoço, conseguir-se-ia que o turno acabasse às 16h. Assim, terminariam o turno do dia à hora que o turno da noite começasse, contrariando a tendência de “deixar” o trabalho para o turno ou dia seguinte. A sugestão é, então, começar às 7h30min, com 30 minutos de almoço e sair às 16h.

No caso em que os colaboradores terminam por volta das 16h20/16h30 por terem acabado o enchimento do lote e não se justificar o enchimento de outro, pensou-se que nestas situações, o chefe de secção poderia disponibilizar o lote do dia seguinte para o colaborador poder fazer a preparação. Assim, minimizam-se também os tempos de Operação de Preparação. Esta acção implica uma coordenação entre o departamento de logística e o departamento de produção.

3.2.3.2. Operação de Limpeza

Seguindo o mesmo raciocínio da Operação de Preparação efectuou-se, também, a Tabela 27, onde se incluíram os passos referentes à Operação de Limpeza bem como uma nota referente ao tempo estimado de cada.

Tabela 27 – Passos referentes à Operação de Limpeza.

Limpeza	Tempo estimado
1. Mangueira na bomba de lavagem	curto
2. Lavagem do depósito com DB20	15 - 20 min
3. Fechar válvulas e retirar mangueiras	curto
4. Desligar carimbo, bomba, robô e máquina	curto
5. Embalagens e/ou tampas no local próprio	variável - curto
6. Reciclagem	variável - curto
7. Cabeças de enchimento em DB20	variável
8. Pulverizar banheira da máquina com DB20	variável

Os pontos 2, 5 e 6 seriam aqueles possíveis de se efectuar alterações, uma vez que são os que mais contribuem para tempos de operação longos.

Os pontos 5 e 6 são variáveis ou curtos uma vez que dependem do colaborador, nomeadamente, se cumpre logo a tarefa ou faz alguma pausa não planeada. Pela análise ao longo dos meses em estudo, concluiu-se que estes não são os pontos que mais influência têm na Operação de Limpeza. Ainda assim, a contratação de um colaborador extra para se encarregar desta tarefa ajudaria bastante na redução dos tempos de *set-up*.

De entre os pontos seleccionados, o 2 será o que mais contribui para os tempos elevados de limpeza pois, pelo estudo efectuado, demora entre 15 a 20 minutos e, mais uma vez, isto depende do colaborador. Verificou-se que reduzindo apenas este passo, já diminuiria bastante os tempos de Operação de Limpeza, pelo que se considerou este ser o passo determinante desta paragem.

Decidiu-se incluir nas tarefas do colaborador extra sugerido na Operação de Preparação, estes pontos variáveis da Operação de Limpeza. Contudo, estes tempos não foram considerados no estudo uma vez que esta categoria inclui a Operação de Limpeza e a limpeza de derrames. Em média, o tempo de Operação de Limpeza ronda os 20 minutos, pelo que ao ter um colaborador responsável, a Operação de Limpeza seria praticamente anulada das Paragens Não Planeadas.

3.2.3.3. *Outros*

Neste subcapítulo incluem-se as diversas causas registadas durante os meses de Setembro e Outubro, que se enquadram na categoria “Outros”.

As causas mais comuns encontradas em ambas as máquinas de enchimento foram, essencialmente, “Nada para encher”, “Sem enchimento”, “Falta de material rotulado” e “Buscar Material”.

Para uma melhor análise destes resultados, é necessário definir, primeiro, cada causa identificada.

“Nada para encher” significa que o chefe de secção não disponibilizou a ordem, ou algum erro no planeamento, ou simplesmente por se estar numa altura do ano em que a produção é mais fraca e não existirem lotes para encher.

“Sem enchimento” diz respeito a alturas em que os colaboradores já têm o lote disponibilizado mas não começaram a Operação de Preparação. Normalmente, só se verifica no fim ou no início do turno.

“Falta de material rotulado”, como o nome indica, diz respeito a alguma falha por parte da secção de rotulagem ou até mesmo do planeamento da semana.

“Buscar Material” pode designar que o lote deu aumento, sendo necessário mais material ou que o colaborador não trouxe material suficiente durante a Operação de Preparação.

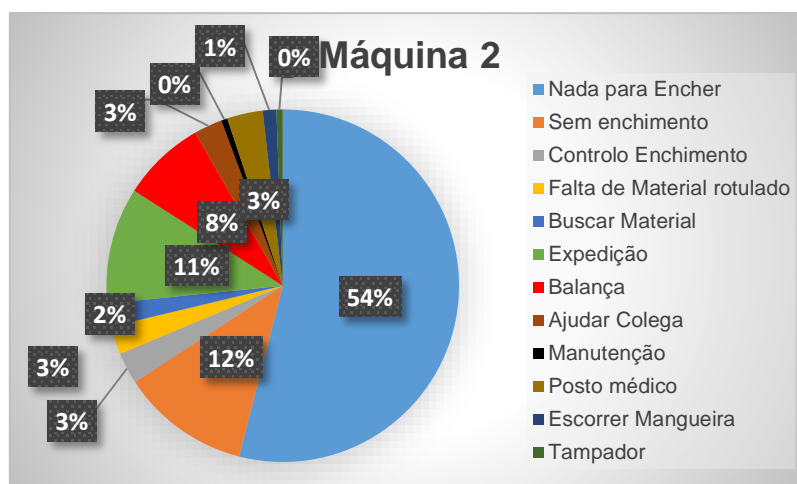


Figura 30 – Principais causas da categoria “Outros” na máquina de enchimento 2.

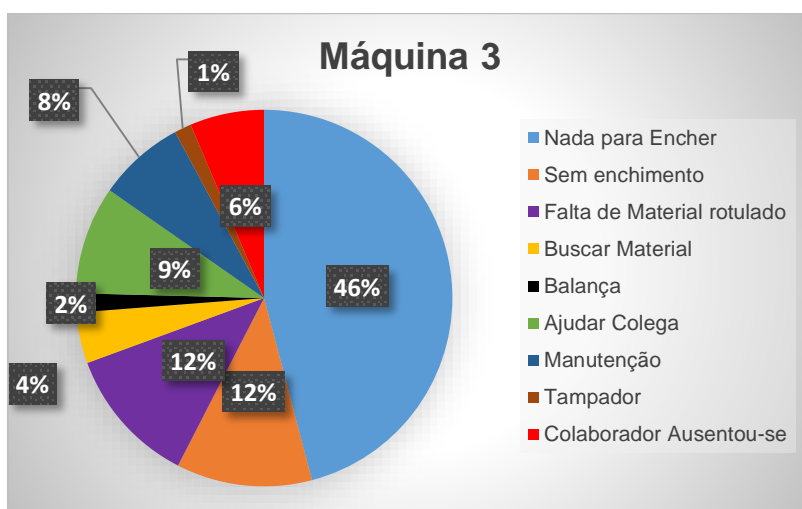


Figura 31 – Principais causas da categoria “Outros” na máquina de enchimento 3.

Analisando as Figuras 30 e 31 é evidente que a causa mais recorrente na categoria “Outros” é “Nada para encher”. Isto permite tirar algumas conclusões, mas com alguns erros, uma vez que, como já foi mencionado, esta é uma altura do ano em que não há tanta procura, pelo que introduz lacunas no planeamento. Apesar de ser uma causa que se repete bastante no período em estudo, e isso poder não acontecer no futuro, pensou-se que, inicialmente, se deveria incluir esta causa na lista de categorias principais. Deste modo, pode testar-se se é uma falha recorrente, qualquer que seja a altura do ano e analisar a influência positiva ou negativa que o planeamento semanal está a ter no processo de enchimento.

A causa “Sem enchimento” é a segunda mais relevante, como se constata nas Figuras 30 e 31. Esta depende apenas dos colaboradores, uma vez que parte deles a decisão de não começar a preparação, apesar de já terem o lote para encher. Faria sentido incluí-la na lista, apenas se se quiser determinar com mais rigor a eficácia e o empenho dos colaboradores. Visto que a percentagem não é tão significativa como “Nada para encher” decidiu-se que não seria necessário incluir na lista de

categorias principais. Pela mesma razão, uma vez que a percentagem da categoria “Buscar Material” também não é muito significativa, decidiu-se não incluir esta na lista de categorias principais.

Por fim, pensa-se que a causa “Falta de material rotulado” deveria ser incluída na lista de categorias principais, uma vez que esta depende de outra secção e, assim, possibilita uma análise mais detalhada da possibilidade de falha por parte da secção da rotulagem.

Com as alterações sugeridas, a lista de categorias principais das Paragens Não Planeadas ficaria:

- ✓ Operação de Preparação
- ✓ Problemas de Filtração
- ✓ Avaria/Manutenção do Robô
- ✓ Falta de Material Rotulado
- ✓ Pausa
- ✓ Outros
- ✓ Nada para encher
- ✓ Operação de Limpeza/Derrames

3.2.3.4. Máquina de enchimento 6

Como foi referido no início deste capítulo, o enchimento de um lote compreende três fases principais, a operação de preparação, o enchimento em si e a operação de limpeza. No caso da máquina de enchimento 6, os passos são diferentes uma vez que esta máquina não se encontra em linha. As diferenças mais evidentes são listadas em seguida.

- É necessário encher uma panela com a tinta pretendida porque os depósitos encontram-se longe desta máquina, não sendo possível fazer uma ligação directa através das mangueiras, como é o caso das máquinas 2 e 3;
- A paletização é feita por outro colaborador, exigindo assim dois colaboradores nesta máquina;
- Os colaboradores que normalmente operam nesta máquina também operam no Centro C, o que implica um planeamento rigoroso por forma a otimizar o processo.

Posto isto, a lista das causas das Paragens Não Planeadas é igual à anterior, com excepção do ponto “Avaria/Manutenção do Robô”.

Na Figura 32, apresentam-se os resultados obtidos para a máquina de enchimento 6.

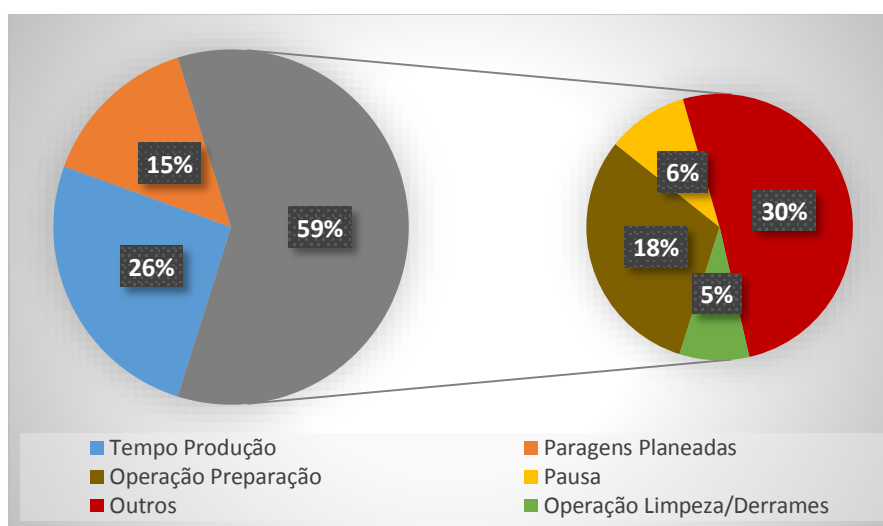


Figura 32 – Paragens Não Planeadas da máquina de enchimento 6, no mês de Janeiro.

Como se observa, o Tempo de Produção detém 26%, as Paragens Planeadas 15% e as Paragens Não Planeadas 59%, o que representa mais de metade do turno diário. Como se vê pelo gráfico da direita, a causa mais comum é Outros, com 30%, seguida da Operação de Preparação, com 18%.

Para analisar, em primeiro lugar, a categoria “Outros” construiu-se o gráfico da Figura 33.

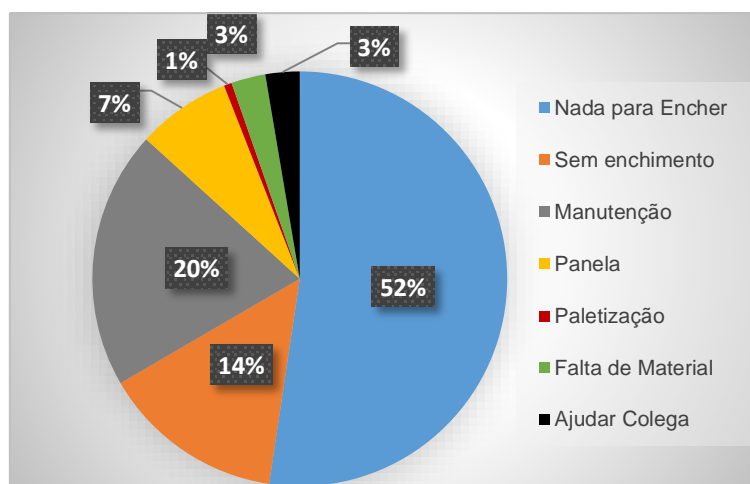


Figura 33 – Principais causas da categoria Outros, máquina de enchimento 6.

As categorias que mais se destacam são “Nada para encher” e “Manutenção”. Este resultado já era esperado. Primeiro, “Nada para encher” diz respeito ao planeamento e o facto desta máquina ser, normalmente, operada por colaboradores que também trabalham noutra unidade (Centro C). Isto fez com que se tivessem registado muitas causas desta natureza.

A “Manutenção” diz respeito a problemas técnicos com a máquina, nomeadamente, a substituição do seu contador e arranjo do carimbo. Pensa-se que este caso não seja uma regra, mas sim uma excepção.

De forma a poder tirar mais conclusões sobre estas causas será necessário um estudo que inclua aspectos como ter a máquina de enchimento 6 em linha e dados referentes a meses de pouca e muita produção. No caso da “Manutenção” basta tirar valores durante um maior período de tempo para verificar se isto não será uma causa recorrente que implique a manutenção da máquina.

Este estudo não foi aprofundado porque já foi executado perto do fim do estágio, não sendo possível retirar muitos valores que permitissem melhores conclusões. Sugere-se que este tema seja abordado num trabalho futuro.

3.2.4. Redução de Set-Up

Num estudo baseado nos dados recolhidos nos meses de Setembro e Outubro, decidiu-se averiguar a possibilidade de contratar mais um colaborador para reduzir os tempos de *set-up*, por forma a aumentar a produtividade do processo. Escolheram-se estes dois meses por serem meses neutros, em que não se sente tanto a influência da época baixa.

A ideia seria ter um colaborador extra, responsável por diversas tarefas referentes à Operação de Preparação e à Operação de Limpeza, sendo estas:

- Certificar-se de que existe o material devidamente rotulado;
- Entrega do material rotulado ao colaborador que está a preparar a máquina;
- Ligar a bomba ao depósito e homogeneizar;
- Colocar o filtro na bomba;
- Lavagem do depósito após enchimento;
- Recolher e arrumar o material no fim do enchimento.

Como são tempos variáveis, para efeitos de estudo, definiu-se que a intervenção deste colaborador reduziria 20 minutos da Operação de Preparação. Deste modo, nas Figuras 28 e 29, retiraram-se 20 minutos em cada dia que se anotaram as Paragens Não Planeadas para averiguar, em termos de percentagem, quanto isso reduziria a Operação de Preparação.

Para a máquina de enchimento 2, verificou-se que uma redução de 20 minutos, significaria uma redução de 42% (Figura 28) para 39% (Figura 34), ou seja, 4%, nas Paragens Não Planeadas. Considerando que as Paragens Planeadas se mantêm constantes, este valor introduz um aumento de 4% no Tempo de Produção, passando este de 38% para 42% e uma diminuição de 4% na Operação de Preparação, passando de 19% para 15%.

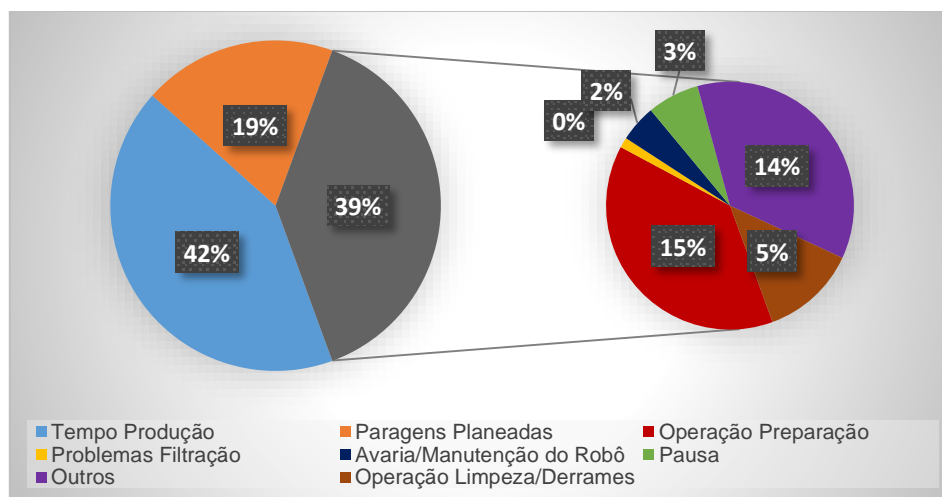


Figura 34 – Paragens não Planeadas da máquina de enchimento 2, com redução de set-up.

Como já foi referido no subcapítulo 2.9.4, a Disponibilidade é traduzida por:

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ de\ Produção}{Tempo\ Planeado\ de\ Produção}$$

Equação 16

Tendo em conta a relação verificada pela Equação 16, é possível concluir, de uma forma simplista, que a Disponibilidade vai acompanhar o aumento introduzido no Tempo de Produção, sofrendo assim um incremento de 4%. Deste modo, a Disponibilidade média nos meses de Setembro e Outubro aumenta de 53% para 57%.

Por outro lado, como referido no subcapítulo 2.9.4, o Desempenho é traduzido por:

$$Desempenho = \frac{\sum Peças\ Produzidas}{\sum Peças\ Esperadas}$$

Equação 17

Na Equação 18, o somatório das Peças Esperadas é obtido por:

$$Peças\ Esperadas = \sum_{i=1}^j Velocidade\ Óptima_i \times Tempo\ de\ Produção_i$$

Equação 18

Pela Equação 18, constata-se que, uma vez que a Velocidade Óptima é um valor constante, um aumento de 4% no Tempo de Produção implica um aumento de 4% nas Peças Esperadas. Para averiguar se existe, de facto, um aumento na produção que justifique a contratação de um colaborador extra, é necessário calcular o aumento sentido nas Peças Produzidas e, consequentemente, nas vendas. Assim, decidiu-se investigar e determinar a relação entre as Peças Esperadas e as Peças Produzidas.

Através da razão entre Peças Produzidas (P) e Peças Esperadas (E) consegue-se determinar em função das Peças Esperadas, a quantidade esperada de Peças Produzidas. Deste modo, efectuou-se uma recolha dos registos dos meses de Setembro e Outubro e calculou-se a razão entre elas, como se pode ver na Tabela 28.

Tabela 28 – Razão entre Peças Produzidas e Esperadas na Máquina 2.

Máq. 2	19-set	23-set	25-set	30-set	02-out	06-out	09-out	15-out	17-out	22-out	24-out	28-out	30-out	Média
P	1336	3091	1136	1976	2170	1256	2098	2250	1912	1710	2906	2919	2508	2098
E	620	1371	1001	1031	891	837	1555	1177	888	1429	1203	1401	1214	1124
Razão (P/E)	46%	44%	88%	52%	41%	67%	74%	52%	46%	84%	41%	48%	48%	56%

Em média, a razão entre Peças Produzidas e Esperadas é cerca de 56%, pelo que um aumento de 4% nas Peças Esperadas significa um aumento de cerca de 2% nas Peças Produzidas.

Procedendo da mesma forma para a máquina de enchimento 3, verificou-se que uma redução de 20 minutos, significaria uma redução de 46% (Figura 29) para 43% (Figura 35), ou seja, 3%, nas Paragens Não Planeadas. Considerando que todas as outras causas se mantêm constantes, essa redução nas Paragens Não Planeadas implica um aumento de 3% no Tempo de Produção, passando este de 35% para 38% e uma diminuição na Operação de Preparação, passando de 22% para 19%.

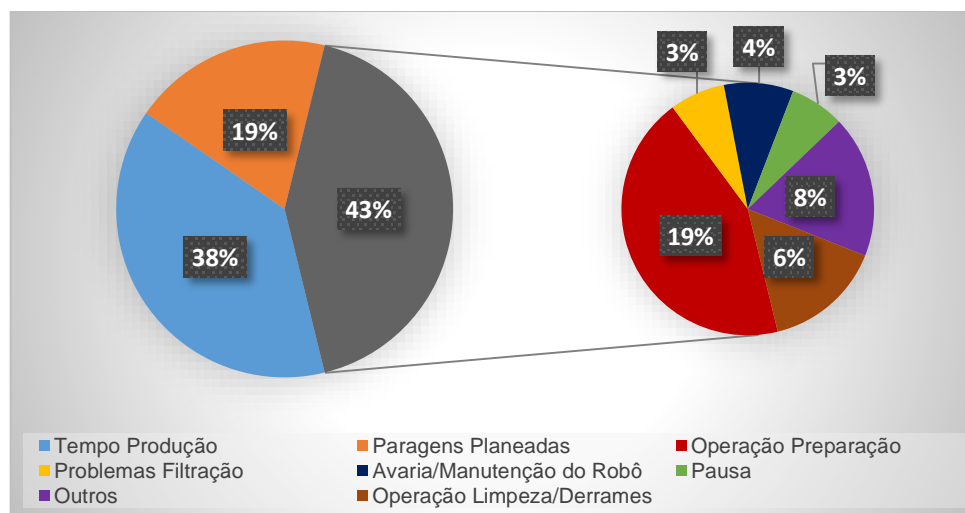


Figura 35 – Paragens não Planeadas da máquina de enchimento 3, com redução de set-up.

Efectuando o mesmo raciocínio da análise da máquina de enchimento 2, conclui-se que um aumento de 3% no Tempo de Produção implica um aumento de 3% na Disponibilidade e, consequentemente, nas Peças Esperadas.

Pela mesma razão que anteriormente, averiguou-se a relação entre Peças Produzidas e Peças Esperadas, como se pode ver na Tabela 29.

Tabela 29 – Razão entre Peças Produzidas e Esperadas, na máquina 3.

Máq. 3	16-set	22-set	24-set	26-set	29-set	03-out	07-out	10-out	14-out	20-out	23-out	27-out	29-out	31-out	Média
P	3930	1798	1848	1242	1728	1745	3770	1760	2486	3134	2822	3146	2932	1428	2412
E	1224	780	921	737	154	642	1480	563	718	1728	2039	1732	1138	868	1052
Razão (P/E)	31%	43%	50%	59%	9%	37%	39%	32%	29%	55%	72%	55%	39%	61%	44%

Desta vez, em média, a razão entre Peças Produzidas e Esperadas é de cerca de 44%, pelo que, um aumento de 3% nas Peças Esperadas introduz um aumento de cerca de 1% nas Peças Produzidas.

Comparando estes resultados com os da máquina 2, se os colaboradores mantiverem o comportamento que têm tido até agora, a máquina 2 irá produzir mais peças e ter melhor produtividade que a máquina 3, mesmo contratando um colaborador extra. Contudo, neste cenário, a produtividade de ambas irá aumentar.

Neste ponto, já se estabeleceu que compensaria em termos de produtividade do processo ter um colaborador extra, pois considerando um cenário pouco optimista (redução de apenas 20 minutos) consegue-se ter um aumento nas Peças Produzidas. É de salientar que este colaborador extra ajudaria também na redução da Operação de Limpeza, otimizando ainda mais o processo.

Falta, então, determinar em termos de custos para a empresa, o que representa este aumento na produtividade. Para isto, efectuaram-se duas análises, uma referente ao custo *standard* de produção e outra ao preço médio de vendas.

O custo *standard* de produção é referente a cada embalagem, isto é, é diferente por formato e por produto, e diz respeito ao valor da embalagem, da tampa, do rótulo e, por fim, do produto a granel.

O preço médio de vendas consiste numa média ponderada entre o preço por litro (€/L) de cada produto comercializado pela Tintas Robbialac, S.A. e a quantidade produzida desse produto no período em análise. Neste caso, decidiu-se apenas determinar o preço médio de vendas dos produtos das marcas Robbialac, VIP, Stic e NoBrand, uma vez que estes são aqueles que as máquinas de enchimento 2 e 3 mais enchem.

Para proceder à análise do custo de produção, retirou-se do sistema uma lista com todos os produtos que foram cheios nos meses de Setembro e Outubro, nas máquinas de enchimento 2 e 3, bem como a quantidade por item, o volume por unidade e o volume total. Com a quantidade por item e o custo de produção, calculou-se o custo por item e efectuou-se a soma destes valores, obtendo-se o custo total nos meses de Setembro e Outubro.

Posteriormente, uma vez que já se calculou anteriormente a quantidade de Peças Produzidas que se teria a mais, multiplicou-se a coluna da quantidade por item por 1,02 para o caso da máquina 2 e 1,01 para o caso da máquina 3. Obtém-se assim, da mesma forma, o custo por item e o custo total, com a nova quantidade por item.

Subtraindo o valor do custo total, tendo em conta o aumento de Peças Produzidas, pelo custo total inicial, obtém-se um valor, em termos de ganhos para a empresa. Pelo carácter confidencial desta informação, não é possível mostrar todos os valores e os cálculos efectuados. Note-se que o aumento de 2% na máquina 2 e 1% na máquina 3, quando somados todos os resultados, representa mais de 10 000 €, em dois meses de trabalho.

Em seguida, decidiu-se efectuar um estudo, tendo em conta o preço médio de vendas, por forma a mostrar que a empresa beneficia desta contratação.

Inicialmente, calculou-se o preço médio de vendas, como descrito anteriormente, e procedeu-se da mesma forma que no cálculo do custo de produção. Multiplicou-se a quantidade de embalagens por 1,02 e 1,01 nas máquinas 2 e 3, respectivamente, e com o preço médio de vendas, determinou-se que a diferença entre a situação actual e a situação em estudo representaria mais de 60 000 € em vendas.

Note-se que, o custo de contratar um colaborador extra ronda os 1 200 € por mês, ou seja, 2 400 € no total, e está a considerar-se um cenário mais conservador uma vez que só se considerou a redução

na Operação de Preparação. Conclui-se que não seria prejudicial para a empresa Tintas Robbialac, S.A., fazer esta contratação, já que o ganho em vendas é muito superior ao custo de produção.

3.2.5. Paletização

Apesar de não se ter verificado “Avaria/Manutenção do Robô” como umas das paragens mais frequentes, empiricamente, esta é uma causa recorrente. Pensa-se que se este mesmo estudo tivesse sido efectuado numa altura do ano em que houvesse maior produção, os resultados quanto às Paragens Não Planeadas seria diferente.

Primeiro, é necessário compreender como o robô procede à recolha das embalagens. Cada máquina tem acoplado à saída um tapete, que faz chegar as embalagens ao robô. À entrada da zona do robô existe uma célula que faz a contagem das embalagens, podendo este levar 1 ou 3 embalagens dependendo do formato que se está a encher.

No caso de 15 L, 5 L ou 4 L o robô pode recolher 1 ou 3 embalagens. No caso dos formatos mais pequenos, 0,75 L ou 1 L, estes passam 3 de cada vez por uma célula, são plastificados e passam num túnel antes de chegar à zona do robô. Neste caso, o robô recolhe 6 embalagens de cada vez para a palete.

Posteriormente, a palete, que se encontra em cima de um elevador, sobe e é levada por cima, enquanto uma palete vazia entra por baixo e o processo descrito anteriormente se repete.

Nos resultados, pode não ser evidente que o robô cause muitas paragens no processo, mas sabe-se que isso acontece, pelo testemunho dos colaboradores e pelos registos efectuados em Setembro (mês neutro de produção), principalmente na máquina de enchimento 3. As paragens associadas ao robô são diversas.

1. Podem dever-se ao entupimento da linha, ou seja, a máquina está a trabalhar a velocidade superior à que devia, fazendo com que o robô não dê vazão à quantidade de embalagens que chegam.
2. As embalagens não estão devidamente seladas, por lapso do colaborador ou por erro do tampador, causando derrames.
3. A célula não efectua bem a contagem, pelo que entram embalagens a mais
4. A célula, no caso dos formatos mais pequenos, não efectua bem a contagem o que faz com que as embalagens entrem soltas no túnel e o robô não as consiga “agarrar”.
5. Quando a palete sobe, encrava, ou nem chega a subir e interrompe o processo, impedindo que a palete vazia entre e que a palete cheia saia.

As primeiras duas falhas dependem do colaborador, da sua atitude e experiência profissional. Uma vez definidas as velocidades óptimas, estas devem ser as usadas, de modo a evitar possíveis acidentes. Cabe, também ao colaborador verificar se cada embalagem está devidamente selada após a passagem pelo tampador.

As paragens devido às células, são de carácter técnico e caso se tornem recorrentes devem ser analisadas com mais atenção de forma a proceder-se à sua manutenção.

Quanto às paragens devido à paletização, estas também são de carácter técnico. Observou-se que estas correspondiam a grande parte das microparagens (menos de 5 minutos) e portanto não seriam

contabilizadas no registo das Paragens Não Planeadas. Contudo, estes tempos somados, embora curtos, prejudicam a fluidez do processo e, consequentemente, a eficácia e qualidade do mesmo. Foi no sentido de corrigir esta falha que se desenvolveu o conceito de um carro automático para a recolha de paletes.

Neste momento, tem-se um tapete superior e outro inferior que fornecem as paletes por baixo e as recolhem por cima. A ideia é colocar no lugar destes tapetes dois carris que servem de suporte a um “carro” que tem duas entradas: uma para as paletes cheias e outra para as paletes vazias, como se pode ver nas Figuras 36, 37 e 38. Este sistema irá permitir uma melhor coordenação entre recolha de paletes cheias e fornecimento de paletes vazias, reduzindo as microparagens características do processo.

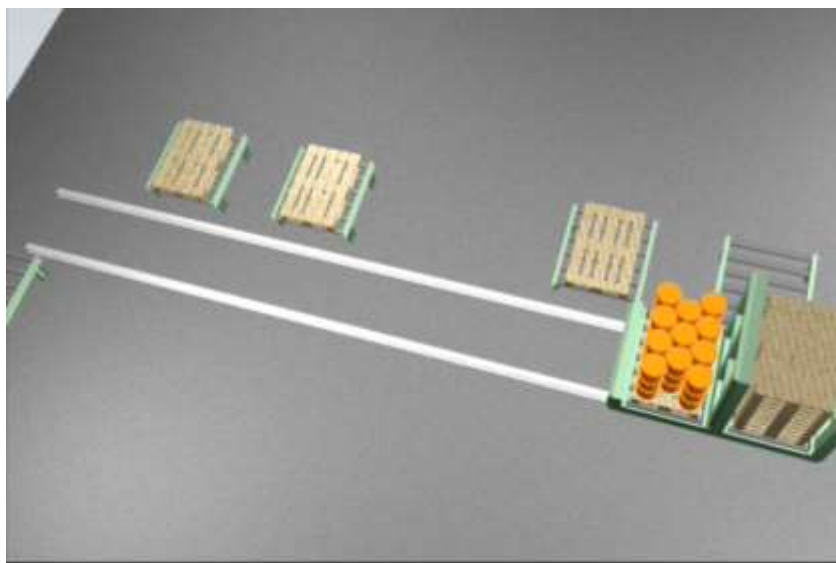


Figura 36 – Ilustração do carro a recolher uma paleta cheia.

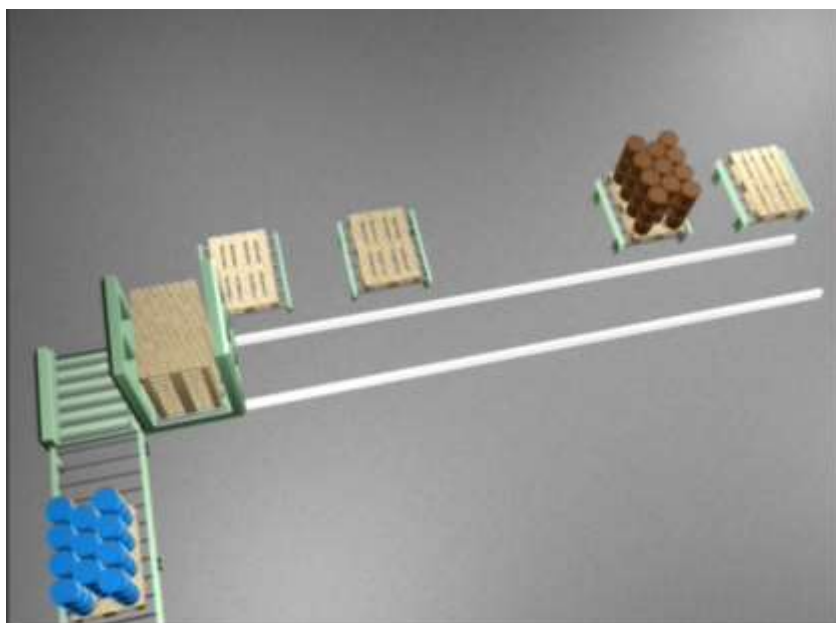


Figura 37 – Ilustração do carro a encaminhar a paleta cheia para a plastificadora.

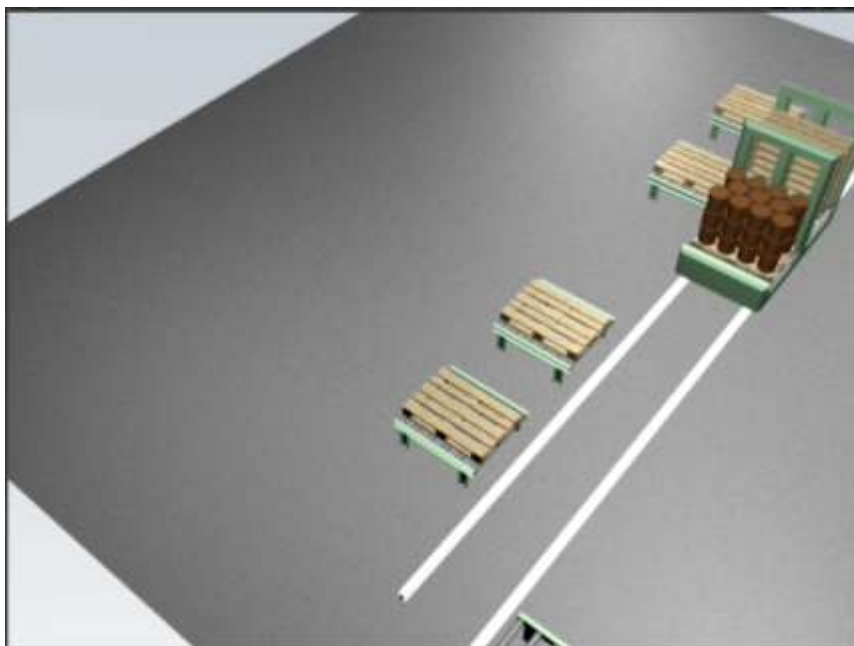


Figura 38 – Ilustração do carro a deixar uma palete vazia.

4. CONCLUSÕES E SUGESTÕES APRESENTADAS

Os objectivos deste estágio foram desenvolvidos com a intenção de efectuar um trabalho que fosse de encontro às necessidades da empresa Tintas Robbialac, S.A.

Deste modo, é importante estabelecer a importância de sistemas como o Controlo Estatístico de Processos (CEP) e a medição de OEE. Em conjunto, estas duas ferramentas possibilitam à empresa uma melhoria na sua eficácia global, através de análises de relatórios, sensibilização dos colaboradores e tomadas de decisão.

O CEP é muito útil no que toca ao controlo eficaz de um processo, podendo este ser feito em tempo real, o que possibilita uma tomada de decisão imediata que corrige o problema e garante a qualidade do produto. Com a obtenção do *software*, esta análise é imediata e automática e pode ser feita pelo próprio colaborador. Isto irá, também, permitir que o nível de intervenção humana seja mais reduzido.

No estudo que foi efectuado ao longo do estágio foi possível tirar algumas conclusões quanto à tendência das linhas de enchimento. A primeira conclusão a que se chegou foi que ambas as máquinas de enchimento 2 e 3 apresentam menor variabilidade quando enchem formatos maiores, nomeadamente 15 L. Ainda assim, a máquina de enchimento 2 é mais adequada para formatos pequenos, quando comparada com a máquina de enchimento 3.

A máquina de enchimento 6 não está em linha. Contudo, após a sugestão de alteração de *layout* feita em [16], a paletização nesta máquina irá ser feita automaticamente como nas máquinas 1, 2, 3 e 4. Deste modo, pelo mau desempenho que as máquinas 2 e 3 têm no enchimento de formatos pequenos, tornou-se necessário averiguar se a máquina 6 seria melhor para formatos pequenos.

Após a recolha das pesagens na máquina 6 verificou-se que a variabilidade destes resultados era pequena. Esta máquina constituiu-se assim como a melhor máquina no enchimento de formatos pequenos. Com a alteração do *layout* e o estudo efectuado no estágio, a intenção é acoplar um T nas tubagens, permitindo o enchimento de formatos pequenos pela máquina 6 ao mesmo tempo que a máquina 2 ou 3 enche formatos maiores.

Em simultâneo com o CEP, surge a ferramenta de apoio OEE com o objectivo de eliminar as perdas inerentes ao processo, melhorando a qualidade do mesmo. O OEE fornece, apenas através de um valor em percentagem, uma ideia da eficácia do processo. A análise da evolução do mesmo, permite tirar conclusões sobre o processo, em que causas se deve actuar e ainda comparar o desempenho das diferentes máquinas.

Ao adquirir o *software ACCEPT*, a Tintas Robbialac, S.A. poderá analisar de forma simples e eficaz, o desempenho dos seus colaboradores e a evolução do processo. Pretende-se inicialmente que o *software* forneça cronogramas nos quais se possa analisar em tempo real o processo. Esta vantagem irá permitir que se actue instantaneamente numa irregularidade do processo ao invés de o fazer através de um relatório diário ou semanal.

Os valores de OEE obtidos nos meses em estudo não excederam os 40%, indicando que ainda existem medidas a ser tomadas no sentido de melhorar a eficácia do processo.

Pelos registos efectuados, concluiu-se que se obtêm melhores valores de OEE para a máquina 2 em comparação com a máquina 3, embora em geral sejam baixos. Este facto mostrou a necessidade de uma análise mais exaustiva, nomeadamente das Paragens Não Planeadas.

Na máquina de enchimento 6 a realidade não é muito diferente, tendo-se obtido como melhor valor de OEE 36%. A Disponibilidade foi o indicador que mais afectou os valores de OEE, devido à influência das Paragens Não Planeadas, que contemplam causas como o planeamento semanal e problemas técnicos com a máquina.

Como Paragens Não Planeadas mais recorrentes registaram-se a Operação de Preparação, a Operação de Limpeza e Outros, nomeadamente Nada para encher e Falta de material rotulado.

Com o intuito de reduzir os tempos de Operação de Preparação e Operação de Limpeza sugeriu-se a contratação de um colaborador extra e a mudança do turno de trabalho. Através de uma análise comparando o custo *standard* de produção e o preço médio de vendas com o aumento da produtividade que o colaborador extra poderia garantir, concluiu-se que não seria prejudicial para a empresa fazer esta contratação.

A mudança de turno de trabalho sugerida implicaria começar às 7h30min, com 30 minutos de almoço e terminar às 16h. Assim, será possível contrariar a tendência geral entre os colaboradores, de abrandarem o ritmo antes da hora de saída, deixando o lote para o turno da noite ou dia a seguir. Existem casos em que os colaboradores terminam por volta das 16h20/16h30 por terem acabado o enchimento do lote. Pensou-se que nestas situações, o chefe de secção poderia disponibilizar o lote do dia seguinte para o colaborador poder fazer a preparação. No entanto, esta acção implica uma coordenação entre o departamento de logística e o departamento de produção.

As causas mais recorrentes e importantes em Outros foram Nada para encher e Falta de material rotulado. A primeira deve-se à altura do ano em que este estudo foi feito, isto é, uma altura de fraca produção e à influência do planeamento semanal. Por estas razões, pensou-se em incluir esta causa na lista de categorias principais, para averiguar, numa altura diferente do ano, se continua a ser recorrente ou não. A segunda deve-se inteiramente ao planeamento semanal e à secção da rotulagem, devendo também esta causa ser incluída na lista de categorias principais. Deste modo torna possível encontrar erros externos à zona de enchimento e que precisam de ser devidamente corrigidos.

Com a análise efectuada, sugeriu-se, então, para a lista de categorias principais das Paragens Não Planeadas:

- ✓ Operação de Preparação
- ✓ Problemas de Filtração
- ✓ Avaria/Manutenção do Robô
- ✓ Falta de Material Rotulado
- ✓ Pausa
- ✓ Outros
- ✓ Nada para encher
- ✓ Operação de Limpeza/Derrames

Foi analisada uma oportunidade de melhoria nos robôs. A paletização, feita actualmente através de um sistema por tapetes provoca paragens no processo uma vez que tem muita tendência a encravar. No sentido de corrigir esta falha desenvolveu-se o conceito de um carro automático para a recolha de paletes. Este sistema irá permitir uma melhor coordenação entre a recolha de paletes cheias e fornecimento de paletes vazias.

Um sistema de controlo e medição automática é, como se constata, muito eficaz e útil numa empresa. Contudo, esta mudança terá que ser faseada, uma vez que implica custos elevados. Inicialmente, apenas as máquinas de enchimento 2 e 3 terão o *software* uma vez que são as que apresentam maior produção. Posteriormente, será feita a alteração do *layout*, permitindo que a máquina de enchimento 6 fique em linha.

5. TRABALHO FUTURO

Ao longo desta dissertação foram, de alguma forma, sugeridos alguns tópicos para trabalho futuro.

Na análise do controlo estatístico de processo, verificou-se uma tendência, quando se está a chegar ao fim do lote, de diminuir o peso, sem que o colaborador altere nas definições. Seria importante, se, com o recurso ao *software ACCEPT*, esta tendência se continuar a verificar, investigar as causas da mesma e actuar sobre elas.

É necessário averiguar, ou confirmar que Nada para encher é uma causa recorrente nos meses de menor produção. Para tal, é necessário que esse estudo seja feito num período entre Abril e Setembro. Caso não seja, pode ainda corresponder a alguma falha no planeamento.

Ao colocar a máquina de enchimento 6 em linha, algumas alterações podem surgir nos valores de OEE. Neste caso, o processo terá menor intervenção humana, com o sistema automático de paletização, pelo que seria interessante averiguar que outras causas poderiam surgir nas Paragens Não Planeadas.

Como se referiu, os dados de OEE foram obtidos com as velocidades estabelecidas em [17]. Com as novas velocidades seria importante calcular novamente o OEE e, talvez, estudar a influência que estas podem ter tido nos valores anteriores.

Por fim, não foi possível uma comparação entre os dados apresentados nesta dissertação e os dados fornecidos pelo *software*, e por isso, sugere-se que essa comparação seja efectuada num estudo posterior que inclua a configuração e validação do *software*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] *Normas Portuguesas; Tintas e Vernizes, 41*, 1982.
- [2] [Online]. Available: <http://www.ap tintas.pt/breveHistoriaTintas.aspx>. [Acedido em 10 10 2014].
- [3] R. Lambourne e T. A. Strivens, *Paint and Surface Coatings*, Cambridge: Woodhead Publishing Ltd, 1999.
- [4] W. P. & C. Association, *World's Top Ten Paints Companies 2013 Anual Report*, Washington, January 5, 2014.
- [5] "Paint and Coatings Industry Overview," IHS, October 7, 2013.
- [6] C. Santana, "Tintas e Pintura," [Online]. Available: <http://www.tintasepintura.pt/sector-das-tintas-voltou-a-recuar-em-2013/>. [Acedido em 17 01 2015].
- [7] P. Figueiredo, "Mercado das Tintas recupera depois de um primeiro trimestre difícil," *Diário Económico*, nº 5784, p. 8, 2013.
- [8] P. Figueiredo, "Sector está a recuperar de anos difíceis," *Diário Económico*, nº 5944, p. 8, 2014.
- [9] C. -. D. Curricular, *Manual Técnico de Formando - Tipos e Preparação de tintas*, Lisboa, 2005.
- [10] A. Godschmidt e H. J. Streitberger, *Basf Handbook - Basics of coating technology*, 2nd Edition, Hanover, 2007.
- [11] A. C. G. Carranquinha, *Implementação de novos método para quantificação dos constituintes de tintas aquosas*, Dissertação de Mestrado, IST, Lisboa, 2011.
- [12] D. M. Oliveira, "Especificações de acabamentos pintados ou envernizados para elementos construtivos exteriores em madeira," FEUP-UP, Porto, 2008.
- [13] "Substech - Substances & Technologies," [Online]. Available: http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=classification_of_paints. [Acedido em 26 02 2015].
- [14] *Tintas Robbialac, S.A. - Departamento de Produção e Manutenção*, 2015.
- [15] [Online]. Available: www.robbialac.pt. [Acedido em Dezembro 2014].
- [16] N. A. d. S. Lima, "Medidas para o controlo da contaminação bacteriológica e sugestões de melhoria do controlo metrológico," Dissertação de Mestrado, FCT-UNL, Lisboa, 2014.

- [17] A. C. N. Azevedo, "Optimização da Produtividade de Linhas de Enchimento Através da Determinação de Indicadores de Desempenho," Dissertação de Mestrado, FCT-UNL, Lisboa, 2013.
- [18] Z. L. Pereira e J. G. Requeijo, *Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos*, Lisboa, 2008.
- [19] F. Miguens, *Probabilidades e Estatística C - Lição 1*, Lisboa, Maio 2010.
- [20] Z. L. Pereira, *Controlo Estatístico do Processo - SPC*, Almada: FCT - UNL, 2012.
- [21] *ISO 9001:2008 - Sistemas de Gestão da Qualidade, Requisitos*, 2008.
- [22] *ISO 14001:2004 - Sistemas de gestão ambiental, Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização*, 2006.
- [23] J. L. D. Ribeiro e C. S. Ten Caten, *Controle Estatístico do Processo*, Rio Grande do Sul: FEENG/UFRGS, 2012.
- [24] [Online]. Available: <http://www.portalection.com.br/content/1-introdu%C3%A7%C3%A3o>. [Acedido em 18 11 14].
- [25] H. M. D. Alvelos, *Controlo Estatístico de Processos Industriais*, Aveiro: Universidade de Aveiro, 2008.
- [26] C. Barros, *Ação de Formação: Controlo Estatístico de Produtos Pré-Embalados*, Leiria: Aferição de Medidas, Lda, 2014.
- [27] [Online]. Available: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=15366. [Acedido em 27 11 2014].
- [28] OEE Toolkit 5.4 - User Manual, Fullfact bv, 2007.
- [29] R. Hansen, *Overall Equipment Effectiveness*, NY: Industrial Press Inc., 2005.
- [30] P. Muchiri, L. Pintelon, L. Gelders e H. Martin, "Development of Maintenance function performance measurement framework and indicators," *Elsevier*, pp. 1-7, 2010.
- [31] O. T. R. Almeanazel, "Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement," *JJMIE*, Setembro 2010.
- [32] R. Oliveira e P. Paraboni, *Eficiência Global dos Equipamentos pela Abordagem da Gestão do Posto de Trabalho*, Belo Horizonte, Brasil: XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011.
- [33] R. Shah e P. T. Ward, "Lean Manufacturing: context, practice bundles and performance," *Journal of Operations Management*, pp. 129-149, 2003.

- [34] P. Ghinato, *Sistema Toyota de Produção: Mais do que simplesmente Just-in-Time*, Kobe University.
- [35] K. O. Cua, K. E. McKnone e R. G. Schroeder, "Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance," *Journal of Operations Management*, pp. 675-694, 20 Junho 2001.
- [36] C. M. Busso e D. I. Miyake, "Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica," *Produção*, pp. 205-225, Abril 2013.
- [37] P. H. Tsarouhas, "Evaluation of overall equipment effectiveness in the beverage industry: a case study," *International Journal of Production Research*, vol. 51, nº 2, pp. 515-523, 2013.
- [38] P. Muchiri e L. Pintelon, "Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion," *International Journal of Production Research*, vol. 46, nº 13, pp. 3517-3535, 2008.
- [39] [Online]. Available: <http://www.oeo.com/calculating-oeo.html>. [Acedido em 19 09 2014].
- [40] [Online]. Available: www.leanproduction.com/oeo.html. [Acedido em 19 09 2014].

7. ANEXOS

7.1. ANEXO A: FOLHAS DE REGISTO DO CONTROLO DE PESAGENS

Controlo Estatístico de Processos - Pesagens																																																																																																																																																																																																		
Unidades			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nº</th> <th>Amostra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td></tr><tr><td>6</td><td></td></tr><tr><td>7</td><td></td></tr><tr><td>8</td><td></td></tr><tr><td>9</td><td></td></tr><tr><td>10</td><td></td></tr><tr><td>11</td><td></td></tr><tr><td>12</td><td></td></tr><tr><td>13</td><td></td></tr><tr><td>14</td><td></td></tr><tr><td>15</td><td></td></tr><tr><td>16</td><td></td></tr><tr><td>17</td><td></td></tr><tr><td>18</td><td></td></tr><tr><td>19</td><td></td></tr><tr><td>20</td><td></td></tr><tr><td>21</td><td></td></tr><tr><td>22</td><td></td></tr><tr><td>23</td><td></td></tr><tr><td>24</td><td></td></tr><tr><td>25</td><td></td></tr><tr><td>26</td><td></td></tr><tr><td>27</td><td></td></tr><tr><td>28</td><td></td></tr><tr><td>29</td><td></td></tr><tr><td>30</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Nº	Amostra	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nº</th> <th>Amostra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>31</td><td></td></tr><tr><td>32</td><td></td></tr><tr><td>33</td><td></td></tr><tr><td>34</td><td></td></tr><tr><td>35</td><td></td></tr><tr><td>36</td><td></td></tr><tr><td>37</td><td></td></tr><tr><td>38</td><td></td></tr><tr><td>39</td><td></td></tr><tr><td>40</td><td></td></tr><tr><td>41</td><td></td></tr><tr><td>42</td><td></td></tr><tr><td>43</td><td></td></tr><tr><td>44</td><td></td></tr><tr><td>45</td><td></td></tr><tr><td>46</td><td></td></tr><tr><td>47</td><td></td></tr><tr><td>48</td><td></td></tr><tr><td>49</td><td></td></tr><tr><td>50</td><td></td></tr><tr><td>51</td><td></td></tr><tr><td>52</td><td></td></tr><tr><td>53</td><td></td></tr><tr><td>54</td><td></td></tr><tr><td>55</td><td></td></tr><tr><td>56</td><td></td></tr><tr><td>57</td><td></td></tr><tr><td>58</td><td></td></tr><tr><td>59</td><td></td></tr><tr><td>60</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Nº	Amostra	31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nº</th> <th>Amostra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>61</td><td></td></tr><tr><td>62</td><td></td></tr><tr><td>63</td><td></td></tr><tr><td>64</td><td></td></tr><tr><td>65</td><td></td></tr><tr><td>66</td><td></td></tr><tr><td>67</td><td></td></tr><tr><td>68</td><td></td></tr><tr><td>69</td><td></td></tr><tr><td>70</td><td></td></tr><tr><td>71</td><td></td></tr><tr><td>72</td><td></td></tr><tr><td>73</td><td></td></tr><tr><td>74</td><td></td></tr><tr><td>75</td><td></td></tr><tr><td>76</td><td></td></tr><tr><td>77</td><td></td></tr><tr><td>78</td><td></td></tr><tr><td>79</td><td></td></tr><tr><td>80</td><td></td></tr><tr><td>81</td><td></td></tr><tr><td>82</td><td></td></tr><tr><td>83</td><td></td></tr><tr><td>84</td><td></td></tr><tr><td>85</td><td></td></tr><tr><td>86</td><td></td></tr><tr><td>87</td><td></td></tr><tr><td>88</td><td></td></tr><tr><td>89</td><td></td></tr><tr><td>90</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Nº	Amostra	61		62		63		64		65		66		67		68		69		70		71		72		73		74		75		76		77		78		79		80		81		82		83		84		85		86		87		88		89		90	
Nº	Amostra																																																																																																																																																																																																	
1																																																																																																																																																																																																		
2																																																																																																																																																																																																		
3																																																																																																																																																																																																		
4																																																																																																																																																																																																		
5																																																																																																																																																																																																		
6																																																																																																																																																																																																		
7																																																																																																																																																																																																		
8																																																																																																																																																																																																		
9																																																																																																																																																																																																		
10																																																																																																																																																																																																		
11																																																																																																																																																																																																		
12																																																																																																																																																																																																		
13																																																																																																																																																																																																		
14																																																																																																																																																																																																		
15																																																																																																																																																																																																		
16																																																																																																																																																																																																		
17																																																																																																																																																																																																		
18																																																																																																																																																																																																		
19																																																																																																																																																																																																		
20																																																																																																																																																																																																		
21																																																																																																																																																																																																		
22																																																																																																																																																																																																		
23																																																																																																																																																																																																		
24																																																																																																																																																																																																		
25																																																																																																																																																																																																		
26																																																																																																																																																																																																		
27																																																																																																																																																																																																		
28																																																																																																																																																																																																		
29																																																																																																																																																																																																		
30																																																																																																																																																																																																		
Nº	Amostra																																																																																																																																																																																																	
31																																																																																																																																																																																																		
32																																																																																																																																																																																																		
33																																																																																																																																																																																																		
34																																																																																																																																																																																																		
35																																																																																																																																																																																																		
36																																																																																																																																																																																																		
37																																																																																																																																																																																																		
38																																																																																																																																																																																																		
39																																																																																																																																																																																																		
40																																																																																																																																																																																																		
41																																																																																																																																																																																																		
42																																																																																																																																																																																																		
43																																																																																																																																																																																																		
44																																																																																																																																																																																																		
45																																																																																																																																																																																																		
46																																																																																																																																																																																																		
47																																																																																																																																																																																																		
48																																																																																																																																																																																																		
49																																																																																																																																																																																																		
50																																																																																																																																																																																																		
51																																																																																																																																																																																																		
52																																																																																																																																																																																																		
53																																																																																																																																																																																																		
54																																																																																																																																																																																																		
55																																																																																																																																																																																																		
56																																																																																																																																																																																																		
57																																																																																																																																																																																																		
58																																																																																																																																																																																																		
59																																																																																																																																																																																																		
60																																																																																																																																																																																																		
Nº	Amostra																																																																																																																																																																																																	
61																																																																																																																																																																																																		
62																																																																																																																																																																																																		
63																																																																																																																																																																																																		
64																																																																																																																																																																																																		
65																																																																																																																																																																																																		
66																																																																																																																																																																																																		
67																																																																																																																																																																																																		
68																																																																																																																																																																																																		
69																																																																																																																																																																																																		
70																																																																																																																																																																																																		
71																																																																																																																																																																																																		
72																																																																																																																																																																																																		
73																																																																																																																																																																																																		
74																																																																																																																																																																																																		
75																																																																																																																																																																																																		
76																																																																																																																																																																																																		
77																																																																																																																																																																																																		
78																																																																																																																																																																																																		
79																																																																																																																																																																																																		
80																																																																																																																																																																																																		
81																																																																																																																																																																																																		
82																																																																																																																																																																																																		
83																																																																																																																																																																																																		
84																																																																																																																																																																																																		
85																																																																																																																																																																																																		
86																																																																																																																																																																																																		
87																																																																																																																																																																																																		
88																																																																																																																																																																																																		
89																																																																																																																																																																																																		
90																																																																																																																																																																																																		
Data																																																																																																																																																																																																		
Operador																																																																																																																																																																																																		
Item																																																																																																																																																																																																		
Nº de lote																																																																																																																																																																																																		
Formato																																																																																																																																																																																																		
Densidade																																																																																																																																																																																																		
Total Embalagens																																																																																																																																																																																																		
Unidades																																																																																																																																																																																																		
Quantidade máxima																																																																																																																																																																																																		
Quantidade nominal																																																																																																																																																																																																		
Quantidade mínima																																																																																																																																																																																																		
Tintas Robbialac, S.A.			Recolha de dados																																																																																																																																																																																															

7.2. ANEXO B: FOLHAS DE REGISTO E CÁLCULO DO OEE

Data:	
Lotes:	
Formatos:	
Máquina de Enchimento:	
Colaborador:	

INDICADORES

Disponibilidade	#DIV/0!
Desempenho	#DIV/0!
Qualidade	#DIV/0!
OEE	#DIV/0!

DADOS

Formatos

Período de enchimento (min)		
Paragens Planeadas (min)		
Tempo Planeado de Produção (min)	0	0
Paragens Não Planeadas (min)	0	0
Tempo de Produção (min)	0	0
Velocidade máxima teórica (emb/min)		
Peças Esperadas	0	0
Peças Totais		
Peças OK	0	0
Peças NOK	0	0
Tempo Ótimo (min)	#DIV/0!	#DIV/0!

PARAGENS NÃO PLANEADAS

1. Tempo (min)									
2. Motivos									
2.1. Operação Preparação									
2.2. Problemas Filtração									
2.3. Avaria/Manutenção do Robô									
2.4. Pausa									
2.5. Outros									
2.6. Operação Limpeza/Derrames									

Data:	17-11-2014
Itens:	V928850
	V360001
Formatos:	4 L
	15 L
Máquina de Enchimento:	3
Colaborador:	João Tremoço

DADOS

Formatos	4 L	15 L
Período de enchimento (min)	176	364
Paragens Planeadas (min)	30	60
Tempo Planeado de Produção (min)	146	304
Paragens Não Planeadas (min)	99	144
Tempo de Produção (min)	47	160
Velocidade máxima teórica (emb/min)	15	8
Peças Esperadas	705	1280
Peças Totais	288	572
Peças OK	288	572
Peças NOK	0	0
Tempo Ótimo (min)	19	72

INDICADORES

Disponibilidade	46,00%
Desempenho	43,32%
Qualidade	100,00%
OEE	19,93%

PARAGENS NÃO PLANEADAS

1. Tempo (min)	63	11	19	6	44	6	10	17	44	19	21
2. Motivos											
2.1. Operação Preparação	x				x				x		
2.2. Problemas Filtração											
2.3. Avaria/Manutenção do Robô											
2.4. Pausa		x	x							x	
2.5. Outros				x*				x***			
2.6. Operação Limpeza/Derrames						x	x**				x

*Buscar material

**Depósito

***Nada para encher

7.3. ANEXO C: GRÁFICOS DE ANÁLISE DIÁRIA

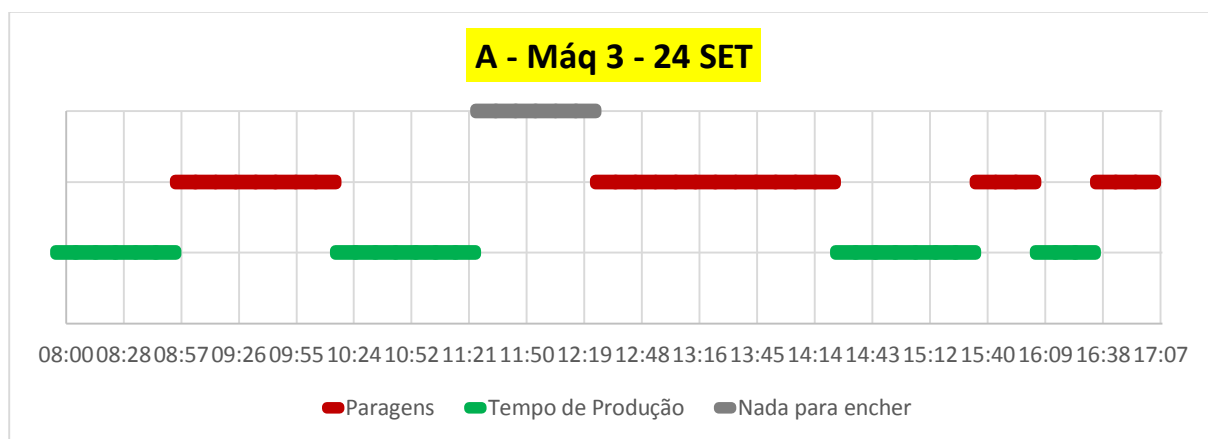
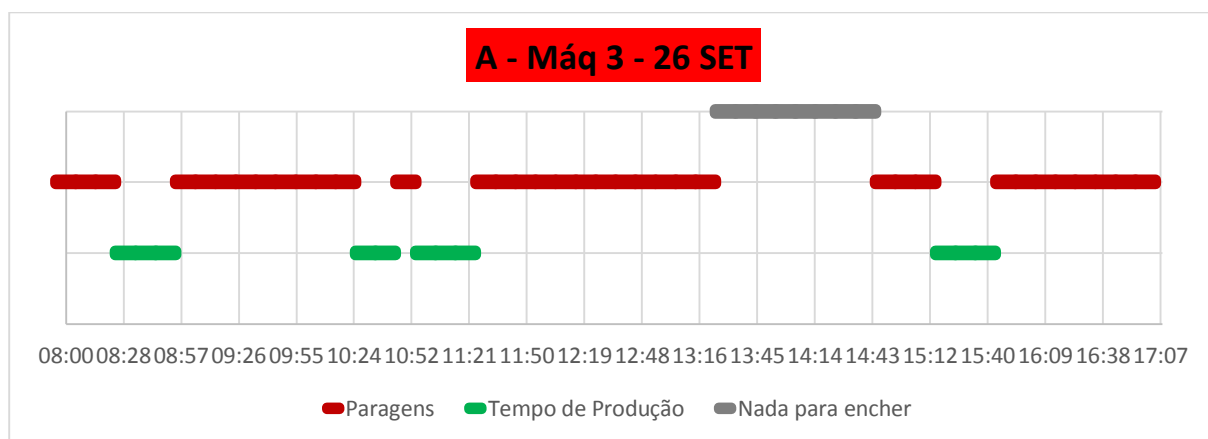
Os títulos têm fundos diferentes. O vermelho corresponde ao pior valor de OEE obtido pelo colaborador, o amarelo corresponde ao valor intermédio e o verde corresponde ao melhor valor obtido.

O nome dos colaboradores está codificado pelas letras A, B e C que representam:

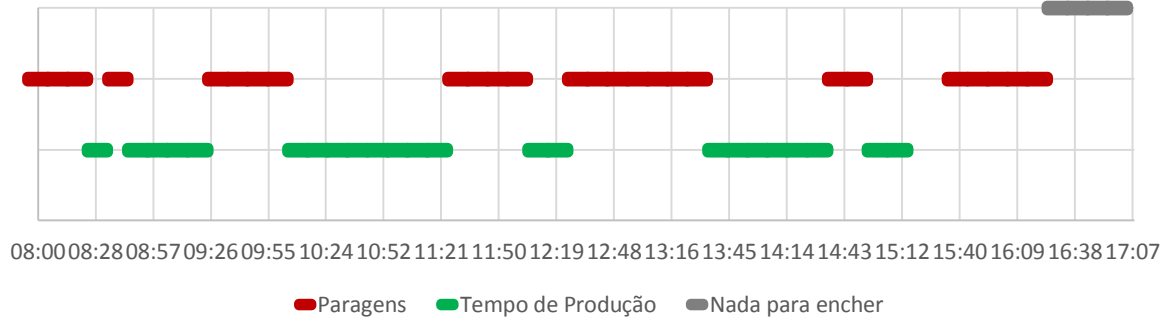
A – João Malhadinhas

B – João Paulo Rodrigues

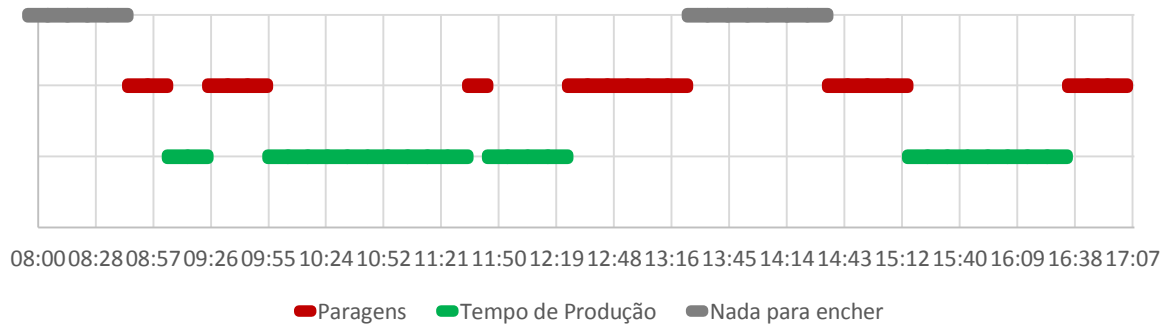
C – João Tremoço



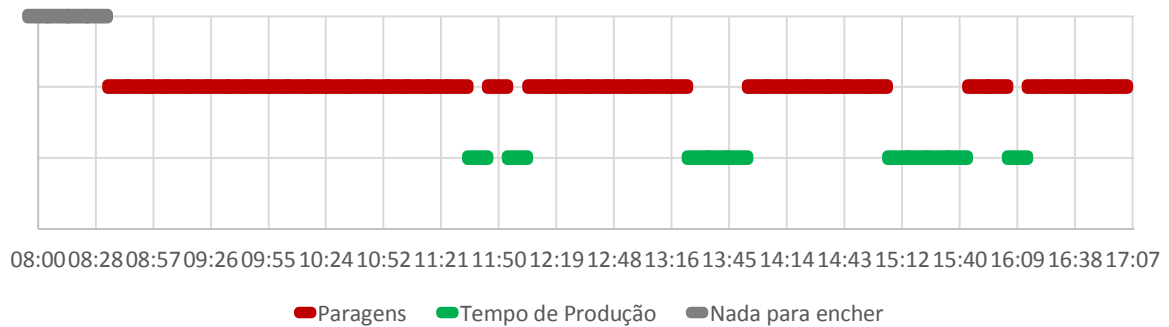
A - Máq 2 - 24 OUT



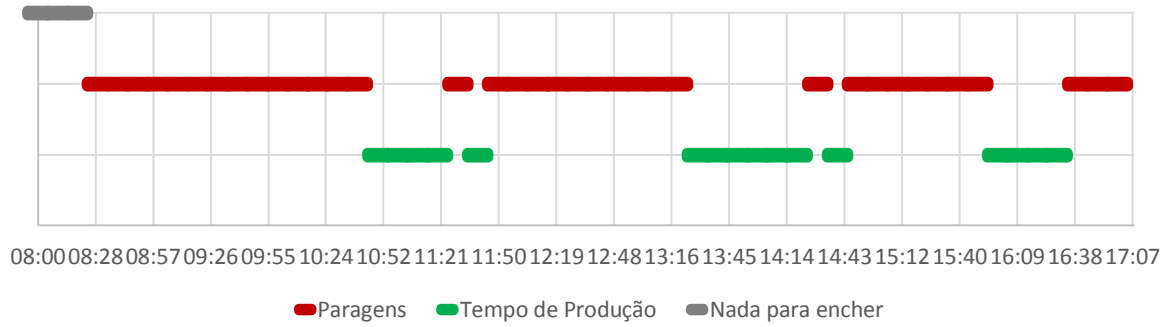
A - Máq 2 - 30 SET



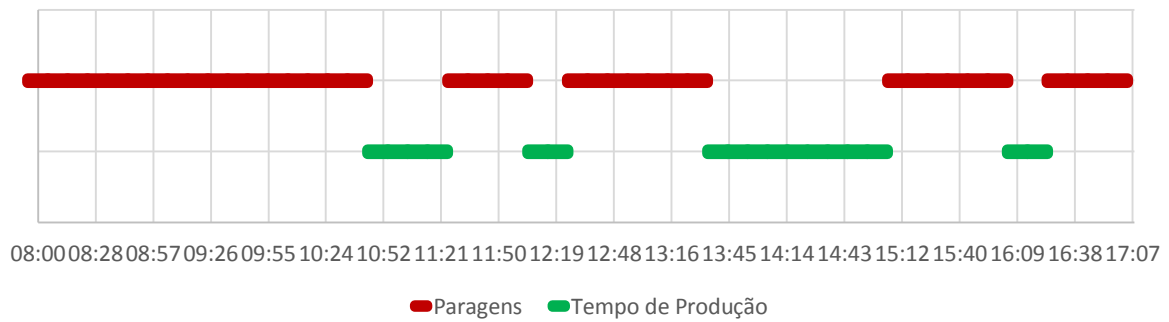
B - Máq 3 - 29 SET



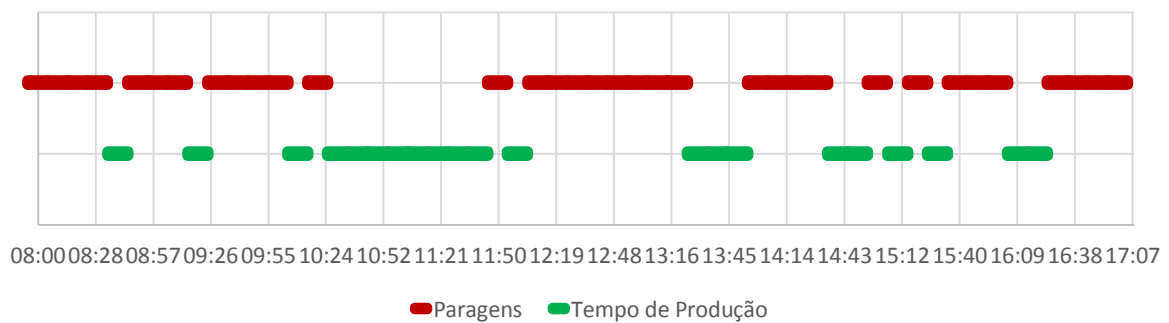
B - Máq 2 - 6 OUT



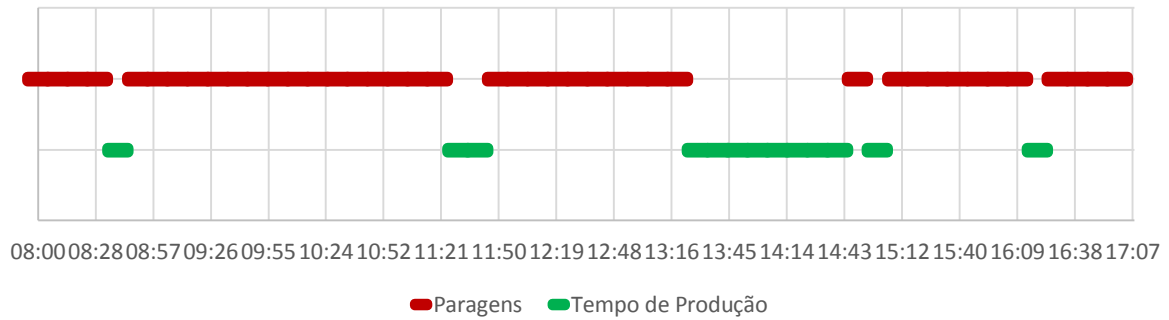
B - Máq 3 - 20 OUT



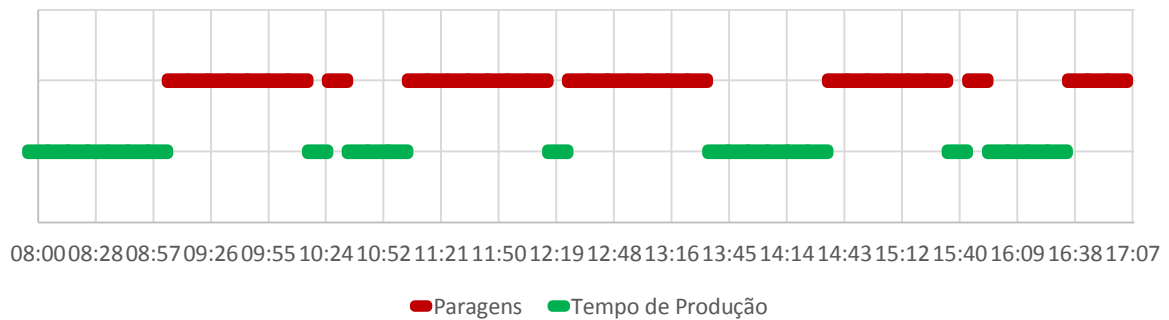
B - Máq 3 - 23 OUT



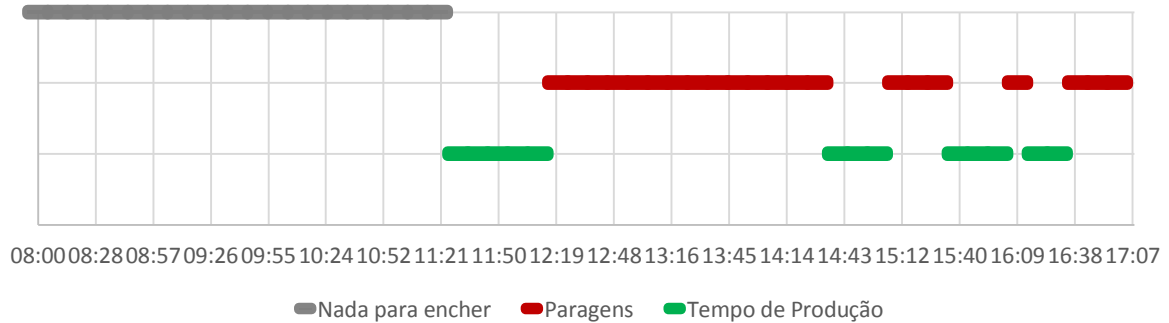
C - Máq 3 - 14 OUT



C - Máq 3 - 7 OUT



C - Máq 2 - 19 SET



C - Máq 3 - 15 OUT

